ROBINSON ANTONIO VIEIRA BORBA

UM MODELO PARA AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DO
IMPACTO AMBIENTAL NO VALOR IMOBILIÁRIO
E SUA APLICAÇÃO COM O ESTUDO DE CASO DA
USINA DE COMPOSTAGEM DE LIXO DA VILA LEOPOLDINA

Dissertação apresentada à
Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo
para obtenção do título de
Mestre em Engenharia.

São Paulo

1992

ROBINSON ANTONIO VIEIRA BORBA

**UM MODELO PARA AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DO
IMPACTO AMBIENTAL NO VALOR IMOBILIÁRIO
E SUA APLICAÇÃO COM O ESTUDO DE CASO DA
USINA DE COMPOSTAGEM DE LIXO DA VILA LEOPOLDINA**

Dissertação apresentada à
Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo
para obtenção do título de
Mestre em Engenharia.

Área de Concentração:
Engenharia de Construção Civil

Orientador:
Witold Zmitrowicz

São Paulo

1992

FICHA CATALOGRÁFICA

BORBA, ROBINSON ANTONIO VIEIRA

**UM MODELO PARA AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DO
IMPACTO AMBIENTAL NO VALOR IMOBILIÁRIO E
SUA APLICAÇÃO COM O ESTUDO DE CASO DA USINA
DE COMPOSTAGEM DE LIXO DA VILA LEOPOLDINA**
R. A. V. BORBA – SÃO PAULO, 1992 – 132 P.

**Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção
Civil e Urbana. Orientador: Witold Zmitrowicz**

1. Mercado Imobiliário, 2. Avaliação de Imóveis, 3. Inferência
Estatística, 4. Impacto Ambiental, 5. Usina de Compostagem de
Lixo I. **Universidade de São Paulo. Escola Politécnica.**
Departamento de Engenharia Civil e Urbana II. t.

"A luz, o sol, o ar livre
envolvem o sonho do engenheiro.

O lápis, o esquadro, o papel;
o desenho, o projeto, o número:
o engenheiro pensa o mundo justo,
mundo que nenhum véu encobre."

João Cabral de Melo Neto

A G R A D E C I M E N T O S

Ao orientador Professor Doutor Witold Zmitrowicz pelo incentivo e o diálogo paciente, que se consolidaram nas diretrizes que tornaram possível este trabalho.

À minha esposa Cristina Borba pela compreensão ao longo destes anos de estudo e, também, pela revisão do texto e pela versão do Resumo para o "Abstract".

S U M Á R I O

Resumo

Abstract

1	Introdução.....	1
2	Metodologia	3
3	Conceituação	5
3.1	Estrutura Urbana	5
3.2	Mercado Imobiliário	6
3.3	Meio Ambiente Urbano	8
3.4	Poluição	8
3.5	Impacto Ambiental	9
4	Poluição e Mercado Imobiliário	11
4.1	Referências	12
4.1.1	Ridker & Henning (1967)	12
4.1.2	Anderson & Crocker (1971)	13
4.1.3	Wieand (1973)	15
4.1.4	Blomquist (1974)	17
4.1.5	Goodwin (1977)	18
4.1.6	Smith (1978)	19
4.1.7	Nelson (1978)	20
4.1.8	Gamble & Downing (1982)	22
4.1.9	Zeiss & Atwater (1989)	23

4.2	Quadro Sumário	26
4.3	Modelo Matemático	29
5.	Aplicação do Modelo à Usina de Compostagem de Vila Leopoldina	32
5.1	A Usina de Compostagem de Vila Leopoldina ..	33
5.1.1	Processo de Compostagem	33
5.1.2	Impacto Ambiental	34
5.1.3	Área Atingida	35
5.2	Formulação do Modelo	35
5.2.1	Quadro das Variáveis	36
5.2.1.1	Variável Dependente	37
5.2.1.2	Variáveis Independentes	37
5.2.2	Equação de Regressão Linear Múltipla	40
5.2.3	Pesquisa de Valores Imobiliários	40
5.2.4	Regressão Linear Múltipla	42
5.3	Resultados do Modelo	43
5.3.1	Equação de Regressão	43
5.3.2	Significado dos Coeficientes	43
5.3.3	Coeficiente de Determinação	45
5.3.4	Matriz de Correlação	47
5.3.5	Distribuição "t" de Student	47
5.4	Ajustes no Modelo	50
5.4.1	Primeiro Ajuste	51
5.4.2	Segundo Ajuste	52
5.4.3	Terceiro Ajuste	53

5.4.4	Quadro Resumo dos Ajustes	57
5.4.5	Escolha da Equação Final	58
5.4.6	Avaliação do Resultado Obtido	60
6.	Conclusão	63
7.	Bibliografia Consultada	64
8.	Anexos	68
8.1	Endereços dos Reclamantes	
8.2	Mapeamento das Reclamações	
8.3	Ficha de Pesquisa de Preço de Apartamento	
8.4	Elementos da Amostra	
8.5	Mapeamento dos Elementos da Amostra	
8.6	Matriz para Teste de Regressão	
9.	Apêndice	
9.1	NBR-5676 - Norma para Avaliação de Imóvel Urbano	

UM MODELO PARA AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DO IMPACTO AMBIENTAL NO VALOR IMOBILIÁRIO E SUA APLICAÇÃO COM O ESTUDO DE CASO DA USINA DE COMPOSTAGEM DE LIXO DA VILA LEOPOLDINA

R. A. V. BORBA - Dissertação de Mestrado, EPUSP, 1992. 132 P.

RESUMO

Um modelo de avaliação da propriedade imobiliária referenciado à qualidade ambiental pode ser um instrumento para os estudos de impactos ambientais, relacionando seus efeitos aos valores das propriedades, tendo por preocupação contribuir para o aprimoramento dos Estudos de Impacto Ambiental, e aperfeiçoamento dos Relatórios de Impacto Ambiental, dispositivos legais exigidos pela legislação ambiental brasileira.

A metodologia foi desenvolvida a partir de uma abordagem analítica de trabalhos que, tendo por temática central o estudo do valor da propriedade, procuraram, através de um modelo matemático, relacioná-lo à qualidade ambiental da moradia. Parte-se da hipótese de que se uma moradia tem mais atributos desejáveis entre eles a qualidade ambiental do que outra esta avaliação será refletida em um preço mais alto no mercado.

A partir do perfil metodológico encontrado neste painel de trabalhos, propõe-se um modelo para avaliação do impacto ambiental nos valores das propriedades imobiliárias e, finalmente, com dados imobiliários extraídos do mercado residencial, testa-se este modelo em um caso concreto na estruturação urbana da cidade de São Paulo: a Usina de Compostagem de Lixo da Vila Leopoldina, com os efeitos de seu impacto ambiental nos valores das propriedades residenciais vizinhas.

Concluiu-se que a partir do significativo prejuízo, calculado para 33 elementos da pesquisa, ocasionado pelo incômodo registrado como "um mau cheiro" pela população da região, pode-se afirmar que na totalidade do espaço físico desta região a magnitude da depreciação recomendaria um deslocamento da usina com efetivo ganho não apenas para a comunidade, como também para a municipalidade, com um previsível salto na tributação do imposto territorial e urbano proporcionado pela revalorização dos valores imobiliários.

Palavras-chave: Mercado Imobiliário - Avaliação de Imóveis - Inferência Estatística - Impacto Ambiental - Usina de Compostagem de Lixo

**A MODEL FOR THE EVALUATION OF ENVIRONMENTAL IMPACT EFFECTS ON
REAL ESTATE VALUES AND ITS APPLICATION TO A CASE STUDY OF THE
VILA LEOPOLDINA GARBAGE COMPOSTING PLANT**

R. A. V. BORBA - Master's Dissertation, EPUSP, 1992. 132 P.

ABSTRACT

A model for the evaluation of real estate regarding the environmental quality can be a tool for the environmental impact studies, relating its effects to the estate values, aiming at contributing to the improvement of the Environmental Impact Studies and the perfection of the Environmental Impact Reports, legal devices required by the Brazilian environmental legislation.

The methodology was developed after an analytical approach to papers which, having the study of the estate value as central theme, have tried, through a mathematical model, to relate it to the environmental quality of housing. Starting from the hypothesis that if one housing happens to have more desirable attributes among them the environmental quality -than another, this evaluation will be reflected in a higher price in the market.

From the methodological profile found in this collection of papers, a model for the evaluation of the environmental impact on the prices of the real estate is proposed and finally, with real estate data extracted from the housing market, this model is tested on a concrete case in the urban structuring of S o Paulo city: the Vila Leopoldina Garbage Composting Plant, with the effects of its environmental impact on the prices of neighboring residential estates.

It was concluded that judging from the significant loss calculated for 33 elements of the research, caused by the disturbance reported as "a bad smell" by the neighboring population, it can be stated that on the whole of the physical space in this area, the magnitude of the depreciation would recommend the removal of the plant with effective profit not only for the community, but also for the municipality, with a foreseeable increase of the urban and territorial taxes yielded by the restoration of the real estate prices.

Key-words: Real Estate - Real Estate Appraisal - Statistical Inference - Environmental Impact - Garbage Composting Plant

1 INTRODUÇÃO

O objetivo dessa pesquisa é contribuir para os estudos de avaliação de impacto ambiental propondo, para análise da questão, a formulação de um modelo desenvolvido a partir de conceitos da engenharia de avaliações e associado, através de pesquisa na variação espacial dos valores imobiliários, ao meio ambiente. Este enfoque é exemplificado com uma abordagem dos efeitos do impacto ambiental provocados por um elemento da estruturação urbana - a Usina de Compostagem de Lixo da Vila Leopoldina - na cidade de São Paulo.

Um modelo de avaliação da propriedade imobiliária referenciado à qualidade ambiental pode ser um instrumento para os estudos de impactos ambientais, relacionando seus efeitos aos valores das propriedades. Este enfoque, propondo o envolvimento de conhecimentos da engenharia de avaliações, buscando desenvolver a interdisciplinaridade acadêmica, com outras áreas voltadas para a pesquisa urbana, especialmente aquelas dirigidas ao meio ambiente, tem por preocupação fundamental contribuir para o aprimoramento dos Estudos de Impacto Ambiental, e aperfeiçoamento dos Relatórios de Impacto Ambiental,

dispositivos legais exigidos pela legislação⁽¹⁾ ambiental brasileira.

(1) **Lei Federal 6.938 de 1981:** institui a Avaliação de Impactos Ambientais como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.

Decreto Federal 88.351 de 1983: regulamenta a Lei 6.938 estabelecendo a exigência do Estudo de Impacto Ambiental - EIA - e o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA - para obtenção de licenciamentos para empreendimentos que interferem de forma significativa no meio ambiente, poluindo, degradando ou modificando.

Resolução 001/86 do Conselho Nacional de Meio Ambiente: fixa os critérios básicos e as diretrizes gerais a serem observados nos EIAs e RIMAs.

Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 - Capítulo VI - Do Meio Ambiente - Artigo 225: "Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações". Parágrafo Primeiro: "Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público: ... exigir na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade; ...".

2 METODOLOGIA

A metodologia foi desenvolvida a partir de uma abordagem analítica de trabalhos que, tendo por temática central o estudo do valor da propriedade, procuraram, através de um modelo matemático, relacioná-lo à qualidade ambiental da moradia. O método usado por estes estudos tem sido o de procurar estabelecer relações entre as avaliações pessoais do consumidor, expressas no valor de mercado, com os atributos residenciais. Parte-se da hipótese de que se uma moradia tem mais atributos desejáveis - entre eles a qualidade ambiental - do que outra, esta avaliação será refletida em um preço mais alto no mercado.

A metodologia aplicada, em sua primeira fase, consiste de um levantamento e seleção de trabalhos que, ao abordarem a questão do valor da propriedade destinada a fins residenciais, estabeleceram relações quantitativas deste valor com fatores ambientais, entre outros fatores locacionais e/ou físicos dos imóveis.

Os métodos são abordados permitindo formar um quadro sumário dos modelos matemáticos adotados e da metodologia aplicada na formação das equações representativas, verificando-se a utilização dos atributos como variáveis

independentes e como se estabeleceu a dependência do valor da propriedade com estas variáveis.

Em uma segunda fase, a partir do perfil metodológico encontrado neste painel de trabalhos, propõe-se um modelo para avaliação do impacto ambiental nos valores das propriedades imobiliárias e, finalmente, com dados imobiliários extraídos do mercado residencial, testa-se este modelo em um caso concreto na estruturação urbana da cidade de São Paulo: a Usina de Compostagem de Lixo da Vila Leopoldina, com os efeitos de seu impacto ambiental nos valores das propriedades residenciais vizinhas.

3 CONCEITUAÇÃO

3.1 Estrutura Urbana

A estrutura urbana, aqui entendida como um sistema que torna possível a operação econômica do meio urbano, é concebida como um sistema de infra-estruturas operacionais que para o uso e funcionamento da cidade se configura em resposta aos anseios da sociedade, entendida na sua amplitude sócio-econômica, em determinado instante da História. Percebe-se que a dimensão do espaço urbano não é apenas espacial mas também temporal, estando ligada a momentos históricos dirigidos pelas necessidades da sociedade urbana, pois "independente de seus contrastantes pontos de vista filosóficos e ideológicos, as diferentes abordagens para a estrutura urbana enfatizam o estreito vínculo entre os processos sócio-econômicos e o padrão urbano" (2).

A estruturação da cidade tendo como elementos físicos os serviços públicos urbanos - rede de água, luz e esgoto, galeria de águas pluviais, as vias de comunicação - constituídas dos espaços viários, rede de transportes de carga e passageiros, os espaços abertos - como as praças, largos, parque, jardins e cinturões verdes, viabiliza o

(2) Clark, D. **Introdução à Geografia Urbana**. Difel, 1985.

aproveitamento da terra urbana para os diferentes usos do solo que, regulados por códigos municipais, mantém o espaço urbano articulado com cada uma de suas partes, estabelecendo relações sociais, econômicas e espaciais com as demais. Nota-se que na estruturação urbana "a complexidade da ação dos agentes sociais inclui práticas que levam a um constante processo de reorganização espacial que se faz via incorporação de novas áreas ao espaço urbano, densificação do uso do solo, deterioração de certas áreas, renovação urbana, relocação diferenciada da infraestrutura e mudança, coercitiva ou não, do conteúdo social e econômico de determinadas áreas da cidade"⁽³⁾.

3.2 Mercado Imobiliário

O mercado imobiliário aparece como uma resposta espacial às necessidades de crescimento da cidade. Sua função, a de criar novos espaços, é direcionada de acordo com o conjunto de diferentes usos da terra e condições de acessibilidade oferecidas pelas infra-estruturas urbanas. Portanto, a formação de novos espaços urbanos, uma atividade econômica necessária ao crescimento e desenvolvimento da cidade, tem sua função produtiva viabilizada pelo mercado imobiliário e, como consequência, "o universo do mercado imobiliário é extremamente diversificado do ponto de vista tanto dos

(3) Côrrea, R.L. **O Espaço Urbano**. Editora Atica, 1989.

tipos e atributos dos imóveis, como das instituições envolvidas. Assim encontramos vários mercados - habitacional, de galpões industriais, de terrenos, etc. - cada um deles subdividido tanto pelo perfil de demanda a que serve como pelos agentes e instituições envolvidas"(4).

Interessa neste trabalho a análise do comportamento dos valores⁽⁵⁾ das propriedades frente às condições ambientais, sendo o mercado habitacional, dentro do universo do mercado imobiliário, o objeto de estudo. Afinal, no aglomerado urbano, as residências devem apresentar maior suscetibilidade ao meio ambiente circundante pois, "os valores do imóvel residencial refletem a expectativa da propriedade prover o morador com as qualidades desejáveis para o desfrute das atividades residenciais"(6).

(4) Campanário, M.A.; Silva, R.; Canton, A. **Pesquisa sobre o Valor da Propriedade Urbana**. IPT, 1981.

(5) "A palavra valor, quando aplicada à propriedade, traz consigo um sentido de desejo de posse, domínio ou troca de propriedades, medida em termos de cruzeiros ou de outra unidade monetária, mas os termos valor venal, rentável, valor de mercado, valor de reposição, valor de lançamento e outros, indicam a base ou a finalidade sobre a qual o valor foi computado". - Este trabalho ao abordar o mercado imobiliário adota a palavra valor como indicativa do valor de mercado que assim se define - "O valor de mercado é aquele encontrado por um vendedor desejoso de vender mas não forçado e um comprador desejoso de comprar mas também não forçado, tendo ambos pleno conhecimento das condições de compra e venda e da utilidade da propriedade" Moreira (1984).

(6) Zeiss, C.; Atwater J. **Waste Facility Impacts on Residential Property Values**. Journal of Urban Planning and Development, 115, 2, 1989.

3.3 Meio Ambiente Urbano

Ao situar-se como objeto de estudo o mercado imobiliário inserido no contexto do meio ambiente urbano, define-se meio ambiente como todas as condições externas que afetam o ecossistema urbano. Então "o termo meio ambiente deve ser amplo e genérico e incluir dimensões físicas (naturais e artificiais), sociais, culturais, econômicas e estéticas. Neste contexto pode-se defini-lo para significar toda a gama de fatores físicos, sociais, culturais, econômicos e estéticos os quais afetam indivíduos e comunidades que, por fim, determinam relações, características e a forma do meio ambiente. Exemplos desses fatores: qualidade do ar e água, erosão, riscos naturais, uso do solo, tráfego urbano, sítio natural, vida animal e vegetal, densidade populacional, poluição sonora, violência urbana, violações do código de obras, prédios abandonados, preservação de patrimônio histórico e cultural, desenho urbano, qualidade do meio ambiente construído ..."(7).

3.4 Poluição

Há de se considerar que as ações induzidas no meio ambiente urbano por seus componentes deverão gerar modificações no

(7) Rau, J.G; Wooten, D.C. **Environmental Impact Analysis Handbook**. McGraw-Hill Book Company, 1980.

ecossistema urbano e afetá-lo sempre como um todo; o equilíbrio ambiental no espaço e no tempo é garantido pela interrelação entre todos seus componentes. Esta amplitude urbana produz uma rede de consideráveis implicações com possíveis ações afetando o meio-ambiente. Portanto, a toda ação corresponderá uma reação, embora a velocidade das mudanças naturais, per si, no meio-ambiente seja muito lenta para que tais mudanças possam ser consideradas neste estudo, especialmente quando comparadas com mudanças sendo precipitadas pelas atividades humanas nas estruturas urbana e natural. De qualquer maneira a mudança que traz "... uma indesejável alteração nas características físicas, químicas ou biológicas de nosso ar, água, terra, que pode ou poderá ser hostil à vida humana, ou a outra espécie de vida animal ou vegetal, ou a processo industrial, condição de vida e bens culturais; ou que ocasiona ou ocasionará perda ou deterioração de nossos recursos naturais"⁽⁸⁾ será denominada poluição.

3.5 Impacto Ambiental

Define-se impacto ambiental como "qualquer alteração das condições ambientais ou criação de um novo conjunto de condições ambientais, adversa ou benéfica, causada ou

(8) National Academy of Science. **Waste Management and Control**. National Research Council, Publicação no. 1400, 1966.

induzida pela ação ou conjunto de ações geradas por um determinado elemento sob consideração" (9).

(9) Turk, A. e outros. **Ecology Pollution Environment**. W.B. Saunders Company, 1972.

4 POLUIÇÃO E MERCADO IMOBILIÁRIO

O levantamento de dados e análise do valor da propriedade frente à poluição urbana possui significativa literatura nos Estados Unidos da América⁽¹⁰⁾, o que contribuiu para uma análise objetiva dos prejuízos acarretados pelo mau gerenciamento do meio-ambiente. No Brasil, tem-se observado que a questão encontra um desenvolvimento na engenharia de avaliações voltado para as desapropriações judiciais⁽¹¹⁾ o que pode e deve contribuir para um avanço no estudo dos impactos ambientais e seus efeitos nos valores de mercado das propriedades imobiliárias.

Pretendendo-se obter um modelo para a análise dos efeitos de alterações ambientais na configuração do valor imobiliário, determina-se aqui um quadro referencial de estudos representativos do problema estudado. Os autores e trabalhos foram selecionados de maneira a formar um panorama histórico da questão e, ao envolver diversificadas variáveis ambientais, permitir uma visão dos diferentes efeitos dos impactos e seus reflexos no meio ambiente

(10) Freeman, A.M. **The Benefits of Environmental Improvement**. John Hopkins Press Ltd, 1979. Aborda 15 diferentes estudos cobrindo cidades dos EEUU e Canadá, alguns deles já analisados por Ball(1973).

(11) Pellegrino, J.C. **Desvalorização de Imóveis em Decorência da Construção de Vias Elevadas**. Anais do I Congresso Brasileiro de Avaliações, IBAPE, Editora Pini, 1978

econômico, representado neste trabalho pelo valor da propriedade.

4.1 Referências

4.1.1 Ridker & Henning (1967) ⁽¹²⁾

Este trabalho foi o pioneiro em relacionar os atributos ambientais da moradia ao valor da propriedade. "Enquanto que existem razões para acreditar que efeitos deteriorantes da poluição do ar (irritação nos olhos, nariz e garganta, corrosão do metal e concreto, desbotamento e manchas nas construções) são refletidos nos valores das propriedades, evidências estatísticas confiáveis apoiadas nesta hipótese são virtualmente inexistentes" diziam Ridker & Henning (1967). Neste trabalho, duas variáveis "dummy"⁽¹³⁾ e mais oito variáveis independentes representam as características da propriedade: Índice anual de partículação, Número médio de cômodos por unidade, Porcentagem de construções recentes, Qualidade do ar, Total de moradias por área estudada, Tempo de viagem ao Centro (CBD), Porcentagem de

(12) Ridker, R.; Henning, J. **The Determination of Residential Property Values with Special Reference to Air Pollution**. Review of Economics and Statistics, maio, 1967.

(13) A variável "dummy" representa um termo de uma condição imposta e a ser atendida pelo modelo formulado, geralmente seu valor é igual a 1 (um) se a condição é atendida e igual a 0 (zero) se não atendida

unidades com não brancos, Qualidade da escola local, Acessibilidade à via expressa, Densidade populacional da área, Renda média familiar e o indicador de qualidade ambiental é o índice anual de partículas em suspensão no ar. Os valores médios das propriedades, variáveis dependentes, foram extraídos de um censo realizado em 1960 em Saint Louis quando os proprietários forneceram os valores de suas propriedades. Os autores comentam que não encontraram grandes variações entre estes valores e os calculados por profissionais avaliadores. O coeficiente de determinação, R^2 , encontrada na análise de regressão foi de 0,939. A conclusão do trabalho foi de que no todo, a hipótese formulada a princípio mostrou-se coerente com os resultados obtidos com o modelo, pois, são, sob o ângulo estatístico, altamente significativos. Concluíram os autores que a formulação do modelo pode atender, também, análises semelhantes em outras áreas metropolitanas, com adaptações nas variáveis e formas funcionais adotadas na análise de regressão.

4.1.2 Anderson & Crocker (1971) ⁽¹⁴⁾

A hipótese fundamental neste trabalho é que se os danos ocasionados pela poluição do ar nos objetos e nos

(14) Anderson, R.J.; Crocker, T.D. **Air Pollution and Residential Property Values**. Urban Studies, vol. 8, 1971.

organismos são capitalizados negativamente nos valores da terra, sendo portanto uma fonte de desutilidade e se os níveis de poluição variam através do espaço, então a renda da terra deve variar inversamente com os níveis da poluição do ar. Criticando as falhas de Ridker & Henning (1967) em avaliar a malha de informações usadas no modelo pioneiro, propuseram uma análise dos valores das propriedades usando três tipos de informações: o valor da propriedade estimado pelo proprietário e duas medidas de renda da propriedade, uma a renda líquida anual, e a outra a renda bruta obtida através do contrato de locação que determinava as taxas cobradas do inquilino, como água, luz, energia, etc. As variáveis exploratórias foram: Média anual de óxidos de enxofre, Taxa de partículas em suspensão, Porcentagem de não branco na área, Renda familiar média, % de unidades com mais de 20 anos, % de construções mal conservadas, Distância ao Centro (CBD) e Número de cômodos. Os dados para a qualidade do ar foram extraídos de levantamentos realizados em 1960 os outros de um censo da habitação de 1962 sendo aplicados em três cidades americanas: Washington, Kansas City e St Louis. Quatro regressões com equação log-linear foram desenvolvidas para cada cidade sendo que os tipos I e II, para o valor estimado pelo proprietário, a diferença estava no tipo de ocupação, a do tipo II teria uma condição adicional: as residências unifamiliares deveriam ocupar pelos menos 75% da área

estudada. As do tipo III e IV estimavam coeficientes para os dois tipos diferentes de variável dependente obtida da renda mensal da propriedade: líquida e bruta. Em todos modelos foram aplicados logaritmos naturais aos valores das características ambientais e físicas dos imóveis. Os resultados para coeficientes de determinação foram os seguintes: 1. Washington - para valor da propriedade (Tipos I e II) 0,6966 e 0,7897; - para renda líquida (Tipo III) 0,6963; - para renda bruta (Tipo IV) 0,7549. 2. Kansas City - para valor da propriedade (Tipos I e II) 0,8231 e 0,9161; - para renda líquida (Tipo III) 0,9061; - para renda bruta (Tipo IV) 0,8080. 3. Saint Louis - para valor da propriedade (Tipos I e II) 0,7550 e 0,8767; - para renda líquida (Tipo III) 0,8293; - para renda bruta (Tipo IV) 0,7734. Os pesquisadores concluíram que os valores das propriedades podem fornecer um termômetro para benefícios trazidos pelo controle da poluição do ar.

4.1.3 Wieand (1973) ⁽¹⁵⁾

Wieand equaciona o problema a partir de adaptações do modelo de Von Thunen, destacando que a maior diferença do seu trabalho com o de Ridker & Henning (1967) é a escolha da variável para representar o valor da moradia, a qual ele

(15) Wieand, K.F. **Air Pollution and Property Values - A Study of St. Louis**. Journal of Regional Science, vol. 13, no. 2, maio, 1973.

deriva de um conceito de que a intensidade de uso do solo varia diretamente com o preço da terra, conseqüentemente com o preço da moradia. O pesquisador extrai do mesmo censo da moradia usado pela dupla pioneira um índice, que é resultado da multiplicação da renda média mais 1% do valor estimado pelo proprietário, por um fator representativo de cada tipo de unidade habitacional da faixa levantada pelo censo. A soma mede o total mensal de despesas em cada faixa de propriedade. Este total mensal é então dividido pela área de terra coberta pela faixa, chegando a um resultado final de renda mensal por acre. Neste trabalho a qualidade do ar é representada por 3 índices: partículas em suspensão, trióxido de enxofre e dióxido de enxofre. As outras variáveis independentes são: % de unidades padrão, % de unidades contruídas antes de 1920, Idade média das construções, % de população branca, Renda mensal familiar média, Distância ao Centro (CBD), Proximidade de via expressa ("dummy"), Zona leste de St Louis ("dummy"), Área não-branca ("dummy"), Proximidade de indústria ("dummy"), Proximidade de comércio ("dummy"). O autor concluiu que embora existam razões para se acreditar que os preços de moradia variem negativamente com índices da poluição do ar, medidas de valores dos imóveis como aluguel, valor de mercado ou outras dessa natureza não são adequadas para medir esta variação; esta conclusão advém do resultado obtido para o coeficiente de determinação que foi de 0.62,

abaixo dos 70% desejado para a variação explicada pela equação do modelo.

4.1.4 Blomquist (1974) ⁽¹⁶⁾

Destacando que os estudos de impactos ambientais têm se concentrado em elementos da estrutura urbana reconhecidamente nocivos, tais como lixões, aeroportos e estações de tratamento de água, o estudo propõe a análise dos danos provocados por uma estação de energia elétrica gerada por queima de carvão em Winnetka (Illinois) nos valores médios de propriedade obtidos pelo censo de 1970 e levantados para uma área em torno de 2 milhas da estação. As variáveis independentes utilizadas na análise de regressão foram: Distância da Usina Elétrica, Número de cômodos, Distância ao Lago Michigan, Distância à ferrovia, Distância ao parque, Distância ao centro comercial local, % de negros na área. Embora o coeficiente R^2 igual a 0.556 tenha ficado abaixo de 70%, o autor aceitou a formulação do modelo como acima da expectativa graças à coerência dos sinais dos coeficientes e seus valores relativos. O trabalho concluiu quantitativamente que dentro de um raio de 3.500 metros da usina os imóveis sofriam uma desvalorização a qual, somada, atingia US\$ 17.708.000 na

(16) Blomquist, G. **The Effect of Electric Utility Power Plant Location on Area Property Value**. Land Economics, 50, 1974.

área residencial estudada. Sugere o autor ao final que o governo ou a iniciativa privada, ao estudar o projeto de uma usina, deve levar em consideração na tomada de decisão os custos externos, isto é, a desvalorização das propriedades vizinhas que a localização da usina vai provocar pois, assim, poderá chegar perto de uma otimização no custo social da instalação.

4.1.5 Goodwin (1977) ⁽¹⁷⁾

A autora aponta a nova perspectiva dada para a determinação dos tipos de variáveis ambientais que influenciam a escolha dos consumidores de moradia. A proposta é aprofundar a análise dos fatores ambientais, nos quais destaca-se a utilização de conceitos de poluição do ar classificada em níveis de baixa, moderada ou alta. Outras variáveis exploratórias: % de mudança na população, % de população negra, % de população não-branca e não-negra, Despesas escolares por aluno, % de unidades com telefone, Proximidade da rodovia "128" ("dummy"), Índice de acessibilidade ao emprego, selecionadas após ajustes com regressão linear múltipla em um painel de 48 variáveis iniciais. O melhor coeficiente R² conseguido foi de 0.605 que embora abaixo do admissível foi aceito pela autora

(17) Goodwin, S.A. **Measuring the Value of Housing Quality - A Note**. Journal of Regional Science, vol 17 no 1, abril, 1977.

graças à coerência dos resultados obtidos para os coeficientes das variáveis independentes, entre eles o índice de poluição que determinava para os moradores uma expectativa de aluguel baixo para a moradia. Como um todo, o resultado foi considerado pela autora como uma reafirmação das variáveis locacionais, entre elas a qualidade ambiental, na composição do valor imobiliário residencial.

4.1.6 Smith (1978) ⁽¹⁸⁾

Para aperfeiçoar os resultados obtidos até então, propôs a introdução de uma variável representativa do tamanho do lote, pois, segundo ele, o valor das vantagens ambientais são capitalizadas pelo valor da terra; portanto o tamanho do lote possui melhores condições de refletir a demanda no mercado imobiliário para este atributo residencial. Com valores de hipotecas levantados em relatórios de uma associação de financeiras, preços de venda de imóveis novos e avaliações de glebas de terras obtidos em dados do departamento de desenvolvimento urbano e da moradia da cidade de Chicago de 1971, Barton faz análises diferentes usando duas representações do valor imobiliário: 1. o diferencial de valor entre propriedades relacionadas às

(18) Smith, B.A. **Measuring the Value of Urban Amenities**. Journal fo Urban Economics, vol. 5, julho, 1978.

suas localizações; 2. o preço da terra relacionado às dimensões físicas do lote. A taxa de poluição média foi aplicada a partir de um modelo de dispersão de partículas para a região metropolitana de Chicago. As outras variáveis independentes foram: Distância ao aeroporto (fonte de trabalho), Modelo de acessibilidade ao emprego, Distância ao transporte integrado, Uso do solo na vizinhança ("dummy"), Acesso à rede de água/esgoto ("dummy"), Taxa de imposto territorial, Distância ao centro (CBD), % de população não-branca. O melhor R2 obtido foi de 0.646, mesmo assim o autor concluiu, fundamentado nos sinais e valores dos coeficientes das variáveis, que a consistência dos resultados para o modelo proposto está na coerência com a hipótese formulada a princípio da influência negativa ascendente da poluição sobre os valores das propriedades. Sendo assim, o autor sugere que os modelos de crescimento para Chicago , no futuro, levem em conta o impacto da poluição no meio ambiente social através da análise da variação dos preços de imóveis.

4.1.7 Nelson (1978) ⁽¹⁹⁾

O objetivo deste estudo foi obter uma estrutura de equações para a demanda e oferta de qualidade do ar a partir de um

(19) Nelson, J.P. **Residential Choice, Hedonic Prices, and the Demand for Urban Air Quality**. Journal of Urban Economics , vol. 5, agosto, 1978.

equilíbrio de preços estimados por consumidor e produtor de moradias. Desta maneira o autor pretendia corrigir os trabalhos voltados para o exame do efeito da poluição do ar nos valores das propriedades que não permitiam identificar os benefícios das mudanças na qualidade do ar. Washington foi a base espacial deste estudo com dados levantados em 1970 para o valor da propriedade ocupada pelo proprietário. As variáveis exploratórias foram: Partículas em suspensão no ar, Concentração de oxidantes no verão, % de unidades com mais de 30 anos, % de unid. ocupadas por famílias negras, % de unidades com instalação hidráulica deficiente, Número de cômodos por unidades, Tamanho do lote, Proximidades do rio Potomac/Anacostia ("dummy"), Tempo para chegar ao trabalho, Tributação imobiliária municipal, Despesas com educação por morador, Índice de crimes na área, Renda familiar média na área, Densidade populacional na área, Número de pessoas por unidade. A forma funcional log-linear com as variáveis independentes em log natural, determinou um coeficiente de determinação igual a 0.889. Os valores e sinais para as variáveis junto com este bom resultado de R² levaram o autor a concluir que existe um espécie de mercado para o ar puro que por ele é visto como um produto da qualidade ambiental, podendo-se admitir que os valores das propriedades servem de base para a estimativa dos preços implícitos das condições ambientais.

4.1.8 Gamble & Downing (1982) ⁽²⁰⁾

Lembrando os estudos realizados sobre os efeitos dos "intrusos" ambientais nos valores imobiliários, partem da lógica de que se as pessoas estão preocupadas com os riscos para a saúde e a segurança das usinas nucleares, então a escolha de uma localização residencial deverá se refletir em alguma forma de compensação para a aquisição de uma moradia mais próxima de uma usina. Estudaram os efeitos de 4 usinas nucleares no noroeste dos Estados Unidos sobre os valores das propriedades em um raio de 25 de milhas dos locais; para indicar os possíveis efeitos das usinas nucleares foram usadas duas variáveis: vista e distância da usina. As variáveis independentes utilizadas foram: Usina visível ("dummy"), Distância da Usina, Construção anterior a 1914 ("dummy"), Área do terreno, Vista da moradia ("dummy"), Distância ao emprego, Área do piso inferior, Área do piso superior, Área do porão, Vagas para carro, Garagem coberta ("dummy"), Número de aquecedores, Aquecimento central ("dummy"), entre outras variáveis ("dummy") físicas e locacionais. Nas análises efetuadas, embora as equações obtidas tenham explicado entre 70 a 87 das variações dos preços das propriedades, as variáveis mais importantes para o estudo, visibilidade e distância da

(20) Gamble, H.; Downing, R. **The Effect of Nuclear Power Plants on Residential Property Values**. Journal of Regional Science, 22(4), 1982.

usina, não foram significativas para as quatro usinas. O autor concluiu que não encontrou evidência para indicar que as usinas trazem para os valores imobiliários qualquer influência, positiva ou negativa, e mesmo quando é forçada a entrada destas variáveis nos ajustes da equação os sinais de seus coeficientes se mostram incoerentes com o esperado, ou seja acrescenta, no caso da visibilidade, e diminui, na distância da usina. Destacando a importância do acidente de Three Mile Island (uma pesquisa realizada pelo autor mostrou que não houve variação dos valores de propriedades vizinhas entre antes e depois do acidente nuclear) na decisão de escolha do tema de seu trabalho, o autor concluiu que a decisão do governo de facilitar a indenização para qualquer dano físico ou econômico ocorrido em função do funcionamento de usina nuclear trouxe aos proprietários vizinhos de usina uma certa tranquilidade que estabilizou os mercados imobiliários nas regiões onde existiam tais instalações.

4.1.9 Zeiss & Atwater (1989) (21)

O objetivo desta pesquisa foi introduzir uma proposta de "garantia" de valor de propriedade como uma ferramenta compensatória para proprietários vizinhos a áreas

(21) Zeiss, C.; Atwater, J. **Waste Facility Impacts on Residential Property Values**. Journal of Urban Planning and Development, 115, 2, 1989.

escolhidas para a construção de instalações de tratamento do lixo e depósito de resíduos industriais. Zeiss & Atwater (1989) estudaram a variação dos valores de propriedade frente a aterros sanitários e incineradores na região de Tacoma, Washington e Salem, Oregon, com dados de 1983 a 1986 para Tacoma e de 1982 a 1987 para Oregon, relacionando os preços de venda de imóveis residenciais com as variáveis ambientais encontradas nas instalações de tratamento de lixo. As variáveis foram: Distância da instalação de tratamento do lixo, Visibilidade da Instalação, Odor, Barulho, Qualidade do ar, Qualidade da água, Risco de acidente, Vegetação e Habitat natural, Fonte de informação, Número de quartos, Idade da construção, Área do piso, Condições de conservação, Lareira, Garagem, Tamanho do terreno. Na teoria, valores de propriedades devem refletir todos os impactos trazidos pela instalação de tratamento de lixo e reconhecidamente prejudiciais ao uso residencial de uma moradia; portanto os diferenciais de valores imobiliários são indicados como uma boa medida dos efeitos nocivos que uma instalação deste tipo pode trazer a uma comunidade. Como consequência, concluíram os autores, as garantias de valores das propriedades podem ser uma excelente forma de se conseguir o apoio da comunidade para o aceite de novas instalações em suas vizinhanças. Por outro lado, os testes de regressão realizados dão uma certa segurança aos governos, pois indicaram que a influência de

tais instalações não se mostrou significativa em seus efeitos sobre o mercado imobiliário e, embora o coeficiente de determinação encontrado tenha chegado em 0.77 no seu melhor ajuste, os sinais das variáveis ambientais não eram coerentes com a hipótese formulada a princípio. Estas inconsistências podem ser explicadas pela violação da hipótese fundamental: vendedores freqüentemente escondem informações exatas sobre o imóvel em oferta; a sensibilidade de vendedores e compradores pode diferir quanto à sensibilidade para o efeito determinado pelo impacto ambiental; e o incremento no desenvolvimento econômico ocorrido na comunidade após o início de operação da instalação pode se sobrepor à influência negativa trazida pela usina e finalmente os vendedores seguram os preços dos imóveis até encontrar um comprador que não seja sensível aos incômodos registrados pelos interessados anteriores. Finalmente, os autores acreditam que, embora os modelos de preços hedônicos não sejam consistentes com seus resultados para os diferenciais de valores de propriedades, a garantia para valor de propriedade são ainda a melhor forma de afastar o medo das comunidades escolhidas para acolher as instalações de tratamento de lixo.

4.2 Quadro Sumário

Autores/Enfoque/Cidade	Variável Dependente	Variáveis Independentes	Resultados
Ridker & Henning (1967)	Valor Médio da Moradia	Índice anual de particulação Número médio de cômodos por unidade Porcentagem de construções recentes	Regressão com Função Linear
Qualidade do ar	(unidades unifamiliares ocupadas por proprietários)	Total de moradias por área estudada Tempo de viagem ao Centro (CBD) Porcentagem de unidades com não brancos	R2 = 0,93
St Louis/1960		Qualidade da escola local ("dummy") Acessibilidade à via expressa Estado (Illinois/Missouri — "dummy") Densidade populacional da área Renda média familiar	
Anderson & Crocker (1971)	Valor Médio [MPV] da Propriedade (estimado pelo proprietário)	Média anual de óxidos de enxofre Taxa de partículas em suspensão Porcentagem de não branco na área Renda familiar média	Regressão com Função Log-Linear
Qualidade do ar		de unidades com mais de 20 anos % de construções mal conservadas	Para Washington R2 = 0,79 [MPV] R2 = 0,70 [MGR]
Washington/1960	Renda Média [MGR] Bruta	Distância ao Centro (CBD) Número de cômodos	R2 = 0,76 [MCR] Para Kansas Ct
Kansas City/1960			
St Louis/1960	Renda Média [MCR] Contratada (inclui despesas extras da moradia)	R2 = 0,82 [MPV] Para St Louis	R2 = 0,91 [MGR] R2 = 0,81 [MCR] R2 = 0,79 [MPV] R2 = 0,70 [MGR] R2 = 0,76 [MCR]
Wieand (1973)	Renda de Moradia por Área (resultado da multiplicação de renda média mais % do valor de mercado estimado pela quantidade de unidades em cada área, total que é dividido pela área levantada)	Óxidos de enxofre (ou partículas no ar) % de unidades padrão % de unidades contruídas antes de 1920 Idade média das construções % de população branca Renda mensal familiar média Distância ao Centro (CBD) Proximidade de via expressa ("dummy") Zona leste de St Louis ("dummy") Área não-branca ("dummy") Proximidade de indústria ("dummy") Proximidade de comércio ("dummy")	Regressão com Função Linear R2 = 0,62
Qualidade do ar			
St Louis/1960			

Autores/Enfoque/Cidade	Variável Dependente	Variáveis Independentes	Resultados
Blomquist (1974)	Valor Médio da Propriedade Habitacional	Distância da Usina Elétrica Número de cômodos Distância ao Lago Michigan Distância à ferrovia Distância ao parque Distância ao centro comercial local % de negros na área	Regressão com Função Linear R2 = 0,56
Usina elétrica a carvão			
Winnetka/1970			
Goodwin (1977)	Renda Mensal de Apartamento	Nível de poluição (índices 1, 2 e 3) % de mudança na população % de população negra % de população não-branca e não-negra Despesas escolares por aluno Valor da propriedade ocupada por dono Renda familiar média Escolaridade da população % de unidades com telefone Proximidade da rodovia "128" ("dummy") Índice de acessibilidade ao emprego	Regressão com Função Linear R2 = 0,61
Qualidade do ar			
Boston/1970			
Smith (1978)	Preço do Lote [PL]	Taxa de partículas em suspensão no ar Distância ao aeroporto (trabalho) Modelo de acessibilidade ao emprego Distância ao transporte integrado Uso do solo na vizinhança ("dummy") Acesso à rede de água/esgoto ("dummy") Taxa de imposto territorial Distância ao centro (CBD) % de população não-branca	Regressão com Função Linear R2 = 0,58 p/ [PREM] R2 = 0,12 p/ [PL]
Qualidade do ar	Diferença [PREM] do Preço do Lote (sobre o valor mínimo para lote vendido na área)		
Chicago/1971			
Nelson (1978)	Valor Médio da Habitação	Partículas em suspensão no ar Concentração de oxidantes no verão % de unidades com mais de 30 anos % de unid. ocupadas por famílias negras Log-Linear % de unid. com inst. hidr. deficientes Número de cômodos por unidades Tamanho do lote Prox. rio Potomac/Anacostia ("dummy") Tempo para chegar ao trabalho Tributação imobiliária municipal Despesas com educação por morador Índice de crimes na área Renda familiar média na área Densidade populacional na área Número de pessoas por unidade	Regressão com Função R2 = 0,89
Qualidade do ar			
Washington/1972			

Autores/Enfoque/Cidade	Variável Dependente	Variáveis Independentes	Resultados
Gamble & Downing (1982)	Valor de Venda da Moradia	Usina visível ("dummy") Distância da Usina Construção anterior a 1914 ("dummy") 199rea do terreno	Regressão com
Usinas Nucleares		Vista da moradia ("dummy") Distância ao emprego Área do piso inferior Área do piso superior Área do porão Vagas para carro Garagem coberta ("dummy") Número de aquecedores Aquecimento central ("dummy") + 14 variáveis físic. e locac. ("dummy")	Função Linear R2 = 0,85
Lacey/1975-1977			
Waterford/1975-1977			
Rochester/1975-1977			
Plymouth/1975-1977			
Zeiss & Atwater (1989)	Valor de Venda da Moradia	Distância da Instal. de tratam. do lixo Visibilidade da Instalação Odor Barulho Qualidade do ar Qualidade da água Risco de acidente Vegetação e habitat natural Fonte de informação Número de quartos Idade da construção Área do piso Condições de conservação Lareira Garagem Tamanho do terreno	Regressão com Função Linear Utilizando o programa UBC-SPSSX com seleção de variáveis passo-a-passo R2 = 0,77
Aterro Sanitário			
Tacoma/1986			
Incinerador			
Salem/1983-1987			

4. 3 Modelo Matemático

As tentativas em relacionar os efeitos dos impactos ambientais à variação dos valores imobiliários partiram da hipótese fundamental de que a poluição ocasiona uma desvalorização nas propriedades e que portanto uma equação incorporando o conceito desenvolvido pela teoria do preço hedônico⁽²²⁾, que nos valores imobiliários estão implícitos os preços de características que diferenciam cada uma das propriedades pesquisadas, deveria comprovar esta perda.

(22) Formulada por Zvi Griliches para a formação de um índice de preços implícitos das mudanças de qualidade nos veículos fabricados pela indústria de automóveis dos EUA. Afirma Griliches (1971) que "o enfoque hedônico para a construção de índice de preços é baseado na hipótese empírica que assegura que a profusão de modelos e variedades de um produto particular pode ser compreendido em termos de um muito pequeno número de características ou atributos básicos de produto tais como "tamanho", "potência", "estado" e "acessórios" e sob esta visão o problema, desta forma, reduz enormemente a magnitude do novo produto ou "mudança tecnológica", desde que a maioria dos novos produtos deve ser visto como uma nova combinação de "antigas" características. Em sua versão paramétrica, o enfoque assegura a existência de uma "razoavelmente bem modelada" relação entre os preços dos diferentes modelos e os níveis de suas várias mas não muito numerosas características ou componentes individuais, não há razões para se esperar que a relação entre o preço global do conjunto e o nível ou quantidade das várias características permanecerá constante. Ambos preços relativos e absolutos dos vários componentes deverão mudar".

Assim fundamentados, os trabalhos apresentaram uma equação que reflete este conceito e que de maneira genérica pode ser assim escrita:

$$VP_i = f(X_{1,i}, X_{2,i}, \dots, X_{n,i}, A_{1,i}, A_{2,i}, \dots, A_{n,i})$$

VP_i = valor da propriedade i ;

$X_{i,n}$ = características locacionais e físicas individuais de cada propriedade,

por exemplo: área, idade, tamanho do terreno, acessibilidade, etc;

$A_{i,m}$ = características ambientais individuais para cada propriedade, por exemplo: ruído, vista, qualidade do ar, odor, etc.

O estabelecimento desta relação de multivariáveis, a partir dos dados do mercado imobiliário, com atributos - físicos, locacionais e ambientais - de moradia referido a cada valor de mercado levantado, foi possível, a partir da análise de regressão linear⁽²³⁾ múltipla dos preços sobre as

(23) A escolha da forma funcional linear, utilizada em 8 dos 10 trabalhos abordados, se deve - além da possibilidade de uso da difundida técnica de análise de regressão linear múltipla - a facilidade com que os coeficientes podem ser interpretados e os resultados dispostos e discutidos. Ainda, segundo Smith (1978), "com a função linear, os coeficientes de regressão estimados podem ser diretamente interpretados como shadow prices associado com cada característica ambiental".

características residenciais e ambientais, estabelecer uma função que assim se escreveria:

$$VP_i = b_0 + b_1 \cdot X_{1i} + b_2 \cdot X_{2i} + \dots + b_n \cdot X_{ni} + b_{n+1} \cdot A_{1i} + \dots + b_{n+m} \cdot A_{mi} + e_o$$

b_1 a b_{n+m} = preços implícitos para características da propriedade (X_1 a X_n) e efeitos do impacto ambiental (A_1 a A_m), sendo parâmetros a serem estimados:

b_0 = termo constante,

e_o = erro estimado.

Todos estes fatores (b_1 a b_{n+m} , b_0 , e_o) foram obtidos com a análise de regressão múltipla dos preços levantados sobre as características das propriedades e respectivos níveis de exposição à poluição.

5 APLICAÇÃO DO MODELO À USINA DE COMPOSTAGEM DA VILA LEOPOLDINA

Para exemplificar os conceitos e metodologia dos trabalhos referenciados nesta pesquisa e testar o modelo adotado, será utilizada a Usina de Compostagem de Vila Leopoldina, localizada no bairro da Lapa, no município de São Paulo como o elemento da estrutura urbana a ter seu impacto no meio ambiente econômico analisado.

A escolha de uma instalação de reciclagem para tratamento do lixo residencial deve-se ao crescimento de sua importância na estruturação espacial urbana de São Paulo, tendo em vista o esgotamento de espaço no interior do município para o grande volume exigido para a disposição dos resíduos em aterros sanitários e relevância - os incineradores, embora necessitem menor área para operar, contribuem para o aumento do nível de CO₂ e outras substâncias reconhecidamente nocivas, o que não acontece com a operação "limpa" de uma usina de compostagem - desta questão sanitária para uma cidade que produz sozinha, diariamente, cerca de 12 mil toneladas de lixo doméstico, industrial e hospitalar.

O teste do modelo na Usina de Compostagem de Vila Leopoldina se deve, em primeiro lugar, à existência de um

cadastro de reclamações da população na CETESB, o que possibilita a identificação da fonte poluidora e dos incômodos que provocam na população, além de delimitar as áreas atingidas pelos seus efeitos no meio ambiente, através do mapeamento dos endereços dos reclamantes, atendendo a uma necessidade básica de um estudo urbano que é a definição da base espacial a ser pesquisada. Em segundo lugar, a localização da Usina, incrustada no região da Lapa, considerada pela EMPLASA como parte do Centro Expandido da cidade de São Paulo, ressalta a questão ambiental, pois sua operação envolve um espaço urbano com densidade populacional significativa.

5.1 A Usina de Compostagem de Vila Leopoldina

5.1.1 Processo de Compostagem

"Somente o lixo de bairros residenciais da cidade de São Paulo é levado para as Usinas de Compostagem. O motivo é que este lixo domiciliar é o mais rico em matéria orgânica, sendo portanto um excelente material para ser transformado em adubo para a lavoura.

Na Usina, o lixo passa por um processo de catação, sendo removidos, manual e/ou mecanicamente, metais, vidros, louças, madeiras, borrachas, plásticos, trapos; enfim,

todos os objetos grandes ou pesados, que se destacam ou que podem ser retidos nas peneiras, ímãs e/ou separadores gravimétricos.

Do lixo que chega à Usina, cerca da metade de sua quantidade em peso é removida, restando uma matéria-prima muito mais rica para o preparo do fertilizante.

Este material sofre, a seguir, um intenso processo de decomposição aeróbia violenta, alcançando a temperatura de até 70 graus centígrados, suficiente para assegurar o completo extermínio dos micróbios patogênicos, germes, parasitas e sementes, que nele existirem e que poderiam ser prejudiciais ao homem ou às suas lavouras" (24).

5.1.2 Impacto Ambiental

"Os principais problemas de poluição do ar (odores característicos) causados pela referida Usina estão relacionados com a fermentação de compostos estocados em um pátio ao ar livre.

(24) Secretaria de Serviços e Obras, Departamento de Limpeza Urbana. **Composto Orgânico**. Folheto Informativo, sem data.

Os odores característicos são sensíveis após um período de chuvas, pois estas ocasionam uma fermentação acelerada do composto.

Não há possibilidade de armazenagem do composto, pois ele necessita de condições atmosféricas para a sua cura" (25).

5.1.3 Área Atingida

A análise dos levantamentos do cadastro da Usina de Compostagem na CETESB permitiu a delimitação de uma área de impacto ambiental originada no mapeamento de reclamações da população, de incômodos referentes ao odor desagradável e insalubre oriundo da Usina.

A área, objeto de estudo, nomeada aqui como Vila Leopoldina é compreendida pelos bairros Bela Aliança, parte do Alto da Lapa e pela própria Vila Leopoldina.

5.2 Formulação do Modelo

A escolha da forma funcional é o primeiro passo para a aplicação do modelo à Usina adotando-se a função linear.

(25) CETESB - Relatório Técnico de 23 de Abril de 1977 sobre a Usina de Compostagem da Vila Leopoldina.

$$VP_i = b_0 + b_1 \cdot X_{1i} + b_2 \cdot X_{2i} + \dots + b_n \cdot X_{ni} + b_{n+1} \cdot A_{1i} + \dots + b_{n+m} \cdot A_{mi} + e_i$$

VP_i = valor da propriedade i ;

$X_{i,n}$ = variáveis locacionais e físicas de cada propriedade,

$A_{i,m}$ = variáveis ambientais para cada propriedade,

b_1 a b_{n+m} = parâmetros,

b_0 = termo constante,

e_i = erro estimado.

Todos estes fatores (b_1 a b_{n+m} , b_0 , e_i) serão obtidos com a análise de regressão linear múltipla da variável dependente (preços das propriedades levantadas) sobre as variáveis independentes (atributos físicos, locacionais e ambientais) que representam as características das propriedades e seus respectivos níveis de exposição ao impacto ambiental gerado pela Usina de Compostagem da Vila Leopoldina.

5.2.1 Quadro das Variáveis

Após a escolha da forma funcional linear foi necessário definir o quadro de variáveis, dependente e independentes, para que a análise de regressão pudesse ser executada.

5.2.1.1 Variável Dependente

5.2.1.1.1 Valor por Metro Quadrado [PM2]

Determina-se aqui o valor de apartamento por metro quadrado de área útil como a variável dependente; as características físicas, locacionais e ambientais são capitalizadas pelo valor do edifício de apartamentos residenciais que incorpora em sua composição de preço por metro quadrado estes atributos da moradia. Portanto este preço por metro quadrado de área útil do apartamento deve refletir adequadamente as vantagens de determinada propriedade sobre uma outra propriedade, vindo atender às necessidades e meta desse trabalho voltado para um análise da variação espacial do valor imobiliário.

5.2.1.2 Variáveis Independentes

5.2.1.2.1 Área - [CM2]

A área útil do apartamento pesquisado em metros quadrados.

5.2.1.2.2 Idade - [IDA]

A idade da construção do apartamento.

5.2.1.2.3 Quartos - [QUA]

O número de quartos do apartamento.

5.2.1.2.4 Garagem - [GAR]

O número de vagas na garagem do apartamento pesquisado.

5.2.1.2.5 Padrão - [PDR]

Uma variável qualitativa que representa as vantagens físicas oferecidas pelo apartamento. Por exemplo, se localizado na cobertura, se possui suíte, playground, piscina, terraço, lareira, pista para prática de cooper, salão de festa, quadra de esporte, sala para ginástica, antena parabólica, área para churrasco. A somatória destas vantagens determina o padrão que deve variar de 0 a 12.

5.2.1.2.6 Uso de Solo da Vizinhança - [VIZ]

Deriva de uma variável aplicada por Smith (1978) que apontava a característica de uso de solo na vizinhança como um dos determinantes do valor do imóvel residencial, assim, no presente estudo, esta variável "dummy" indica a contiguidade de uso entre a propriedade abordada e seus

vizinhos; verificando-se a contiguidade, a variável tem valor unitário; não se verificando, ela é nula.

5.2.1.2.7 Área Crítica - [ACR]

Uma variável "dummy" para indicar se o terreno pesquisado se encontra ou não em uma área crítica definida a partir de reclamações registradas pela CETESB e após mapeamento dos endereços dos reclamantes. As ruas Aliança Liberal, Barão da Passagem, Guaipá e Marquês do Paraná registraram, cada uma, mais de doze reclamações, sendo aqui determinadas como formadoras da área crítica ou seja: se o elemento pesquisado estiver em uma dessas ruas, esta variável "dummy" [ACR] terá seu valor igual a 1, senão seu valor será 0.

5.2.1.2.8 Distância Radial da Usina - [DRU]

O conceito, sugerido por Blomquist (1974), Gamble & Downing (1982) e Zeiss & Atwater (1989), é que qualquer consumidor que se sujeite a escolher um local de residência próximo a um elemento reconhecidamente poluidor e potencialmente degradador da qualidade ambiental tem a expectativa de trocar esta escolha por um desconto real no preço a ser pago por este terreno. Aqui esta proximidade é medida,

radialmente, em metros lineares do terreno pesquisado ao centro da Usina.

5.2.2 Equação de Regressão Linear Múltipla

Utilizando-se estas variáveis chegou-se à função linear para a análise de regressão múltipla:

$$[PM2] = b_0 + b_1*[CM2] + b_2*[IDA] + b_3*[QUA] + b_4*[GAR] + b_5*[PDR] + b_6*[VIZ] + b_7*[ACR] + b_8*[DRU] + e_0$$

5.2.3 Pesquisa de Valores Imobiliários

Realizado durante o mês março deste ano de 1992, com uma amostra de 39 apartamentos, novos e usados, na base espacial delimitada, o levantamento dos valores de mercado das propriedades se deu - aplicando metodologia desenvolvida pela engenharia de avaliações e normatizada pela ABNT - através de pesquisa de campo em fichas específicas para cada imóvel (Modelo Anexo), a partir de anúncio em jornal e/ou placas colocadas para anunciar a venda.

Esta abordagem analítica do valor imobiliário se dá sob o enfoque de variação espacial, o que dispensa o desenvolvimento de análise de fatores macroeconômicos, como

inflação, conjuntura política, etc. A pesquisa abrange assim um curto espaço de tempo, restringindo-se a homogeneização de elementos da amostra em transformar os valores a prazo em valores à vista, atendendo à NBR-5676 quanto à equivalência financeira.

A influência da acessibilidade não é abordada, tendo em vista que a base espacial pesquisada não apresenta uma variação neste aspecto, admitindo-se que as propriedades na região contam com igual facilidade para acesso ao trabalho, escola, a lazer, etc.; também não existe significativa diferença quanto à disponibilidade de infra-estrutura de saneamento para os imóveis localizados no espaço urbano em estudo, o qual se apresenta homogêneo em seu todo.

Para arquivamento e formação do banco de dados, foi criada uma planilha em linguagem macro do programa 1-2-3TM o que permitiu uma maior possibilidade de gerenciamento dos dados obtidos, o que era desejável para agilidade do trabalho tendo em vista a significativa quantidade de informações diversificadas fornecidas pelas imobiliárias ou proprietários dos apartamentos analisados.

5.2.4 Regressão Linear Múltipla

A aplicação do programa 1-2-3TM da Lotus Development Corporation em conjunto com o programa StatigraphTM da Statistical Graphics Corporation, permitiu que um grande número de testes com regressão linear múltipla fosse realizado, possibilitando uma ampla investigação exploratória das variáveis independentes.

A ficha de pesquisa desenvolvida em programação Macro para permitir o arquivamento dos dados levantados junto às imobiliárias e proprietários dos apartamentos na Pesquisa de Campo, permitiu tratar cada uma das informações de forma diferenciada, sendo que estes elementos formaram a amostra estatística que seria objeto de estudo. A partir desta estrutura de dados criou-se, para permitir as análises sobre a influência ou não dos efeitos do impacto ambiental gerados pela Usina de Compostagem da Vila Leopoldina, uma outra planilha que formaria uma tabela com os elementos da amostra. Esta listagem seria o banco de dados final utilizado para os testes de regressão.

5.3 Resultados do Modelo

5.3.1 Equação de Regressão

O Resultado do Modelo determinou a equação representativa para a regressão linear múltipla:

{ EQUAÇÃO (A) }

$$\begin{aligned} [PM2] = & 901.981 - 4.060*[CM2] - 10.162*[IDA] + 19.001*[QUA] + \\ & 192.321*[GAR] + 63.667*[PDR] + 366.175*[VIZ] - 17.223*[ACR] + \\ & 220*[DRU] \end{aligned}$$

erro padrão da estimativa para $[PM2] = 225.092$

5.3.2 Significado dos Coeficientes

a) À medida que cresce a área útil do apartamento $[CM2]$, o valor do metro quadrado de área útil $[PM2]$ cai.

b) A idade $[IDA]$ tem uma influência negativa no valor $[PM2]$ do apartamento.

c) O número de quartos $[QUA]$ maior determina um acréscimo no valor $[PM2]$ do apartamento.

d) O mesmo acontece quando há um número maior de vagas oferecidas na garagem [GAR].

d) A variável qualitativa do padrão do edifício [PDR] estabelece um acréscimo no valor [PM2].

e) A variável locacional [VIZ], a qual define a homogeneidade de uso do solo nas vizinhanças do edifício em que o apartamento está situado, se mostra coerente com a lógica; isto é, se a vizinhança é homogênea, o apartamento tem um acréscimo no seu valor [PM2]; se não é homogênea, a variável "dummy" é igual a 0, o que significa que seu valor positivo se anula.

f) A variável [ACR], de natureza ambiental, que estabelece se o apartamento encontra-se nas áreas onde a população se mostrou mais incomodada com os efeitos do odor emitido na atmosfera pela Usina de Compostagem, teve seu coeficiente determinado em um valor negativo, o que vem de encontro ao esperado; isto é, se o apartamento se encontra na área crítica de impacto ambiental, seu valor [PM2] sofre um decréscimo; por conseguinte, a variável "dummy" [ACR] tem uma influência negativa que se anula se o apartamento se encontra fora desta área.

g) A variável ambiental [DRU], que mede a distância do imóvel até a Usina de Compostagem, tem uma ação positiva; assim, se o apartamento está mais distante da Usina, seu valor [PM2] deve ser maior, o que vem de encontro com a lógica do consumidor, que espera ter um desconto ao adquirir um imóvel mais próximo da fonte poluidora.

h) O valor do coeficiente b_0 , a constante da equação de regressão, chega a Cr\$ 901.981 o que parece ser um valor consideravelmente alto. O que acontece, na verdade, é que este valor engloba todos outros preços implícitos que fazem parte da formação do preço dos elementos da amostra. Estes preços podem ser considerados como os custos do terreno, financeiros, de venda e de promoção, propaganda e marketing, além de outras características que não foram consideradas na equação para regressão proposta para modelo.

5.3.3 Coeficiente de Determinação

A equação representativa do modelo obteve, para as variáveis e coeficientes respectivos, um coeficiente de determinação da regressão múltipla linear - R^2 igual a 0,83779. Este coeficiente é uma relação percentual entre a variação dos valores de [PM2] explicada pela equação final e a variação total de [PM2], o mínimo aceitável para R^2

seria de 0,70 ou seja 70%; no caso alcançou-se um valor para R^2 de 83,78%, o que pode ser considerado como altamente significativo.

Embora a equação possua um coeficiente de determinação que faria com que se aceitasse os coeficientes das variáveis como verdadeiros antes do aceite definitivo dessa formulação, realizou-se uma análise exploratória da regressão.

Ainda que a equação seja 83,78% representativa da variação de $[PM_2]$, pretendendo-se aprimorá-la, analisou-se a matriz de correlação para os coeficientes estimados, os erros associados a cada coeficiente, bem como o coeficiente "t" de Student e o correspondente nível de incerteza para cada uma das variáveis independentes.

5.3.4 Matriz de Correlação

	Const	[CM2]	[IDA]	[QUA]	[GAR]	[PDR]	[VIZ]	[ACR]	[DRU]
Const	1.000	.310	-.644	-.266	-.123	-.370	-.393	-.111	-.512
[CM2]	.310	1.000	-.306	-.449	-.057	-.405	-.025	-.014	.017
[IDA]	-.644	-.306	1.000	-.242	.291	.613	.454	-.141	.160
[QUA]	-.266	-.449	-.242	1.000	-.395	.003	-.253	.204	-.181
[GAR]	-.123	-.057	.291	-.395	1.000	-.320	-.155	.348	.059
[PDR]	-.370	-.405	.613	.003	-.320	1.000	.206	-.383	-.048
[VIZ]	-.393	-.025	.454	-.253	-.155	.206	1.000	-.026	.373
[ACR]	-.111	-.014	-.141	-.204	.348	-.383	-.026	1.000	.568
[DRU]	-.512	.017	.160	-.181	.059	-.048	.370	.568	1.000

Verificou-se que, não havendo correlação maior do que 70%, negativa ou positiva, pode-se concluir que não existe significativa interrelação entre as variáveis utilizadas no modelo, o que afasta o problema de multicolinearidade.

5.3.5 Distribuição "t" de Student

Agora é necessário realizar um teste para rejeição ou não dos coeficientes das variáveis estimados pela regressão linear múltipla. A importância da variável está ligada diretamente ao nível de significância de seu coeficiente estimado. Ela só vai ter importância no modelo se o seu coeficiente associado for significativamente diferente de

zero, quando então pode-se rejeitar a hipótese de que o coeficiente da variável seja igual a zero.

O nível de significância é obtido da área determinada na curva de distribuição do valor "t" de Student. Este valor "t" observado para o coeficiente da variável testada determina na curva o nível de significância. Deve-se considerar que o valor "t" observado é o resultado da divisão do coeficiente da variável pelo seu erro padrão.

Por exemplo: o "t" para a variável [DRU] é 220 (valor do seu coeficiente estimado) dividido por 91 (valor do seu erro padrão), sendo então igual ao "t" observado 2.4141. Este valor determina na curva de distribuição de "t" de Student um nível de significância igual a 0.0221, ou seja: há uma probabilidade de 2,21% de se aceitar a hipótese do coeficiente de [DRU] ser igual a zero, o que mostra a sua importância para o modelo.

Para a variável [ACR], entretanto, a situação é oposta, pois o valor do seu coeficiente estimado -17.223 dividido pelo valor 124.316 de seu erro padrão resulta no valor "t" de -0.1385, o que corresponde na curva de distribuição de Student a um nível de significância de 0.8907, o que equivale dizer: existe uma probabilidade de 89,07% de se

aceitar a hipótese de que o coeficiente de [ACR] pode ser igual a zero.

O quadro abaixo mostra para cada um dos coeficientes estimados estes valores necessários para o teste de rejeição.

	Erro	"t" de	Nível de
	Padrão	Student	Significância
Constante	226.930	3.9747	0.0004
[CM2]	1.212	-3.3480	0.0022
[IDA]	10.627	-0.9563	0.3466
[QUA]	91.003	0.2088	0.8360
[GAR]	118.968	1.6166	0.1164
[PDR]	30.377	2.0959	0.0446
[VIZ]	127.473	2.8725	0.0074
[ACR]	124.316	-0.1385	0.8907
[DRU]	91	2.4141	0.0221

Neste quadro percebeu-se que os coeficientes das variáveis [IDA], [QUA], [GAR] e [ACR] possuíam níveis de significância que correspondiam, respectivamente às probabilidades de 34,66%, 83,60%, 11,64% e 89,07% destes coeficientes serem iguais a zero. O nível de significância determina a região de aceitação da hipótese de que o coeficiente da variável seja diferente de zero, sendo esta

região igual a 1 menos o valor do nível de significância. O valor mínimo desta área de hipótese diferente de zero para o coeficiente da variável deve atender a NBR-5676 da ABNT para a avaliação de imóveis urbanos, que preconiza o nível de confiança mínimo de 90%, correspondendo ao nível de significância máximo de 0,10. Na linguagem da engenharia de avaliações, este nível de significância corresponde a uma incerteza máxima de 10%.

5.4 Ajustes no Modelo

Certamente uma exclusão das variáveis que não atenderam ao limite máximo para o nível de significância resultaria em um melhoramento da modelagem. Porém, antes de eliminar as variáveis que não estão atendendo ao nível de significância arbitrado em 10%, deve-se lembrar que todos estes resultados foram obtidos com a estimativa de regressão a partir de uma amostra onde poderiam existir elementos que, sendo discrepantes, acarretariam deformações nos coeficientes estimados para a equação e conseqüentemente afastando o modelo da realidade do cenário.

Com uma abordagem sobre os resíduos encontrados para os valores [PM2] observados na pesquisa do mercado imobiliário objeto deste estudo e os valores calculados a partir do resultado apontado na equação {A} para cada um dos

elementos da amostra, o programa estatístico sugere a exclusão de elementos discrepantes. Esta exclusão é aceita, pois existe uma possibilidade de, a partir dela, a distorção do modelo ser saneada, corrigindo os coeficientes e erros associados para estas variáveis, cujos níveis de significância se mostraram fora do intervalo de confiança admitido pela NBR-5676.

5.4.1 Primeiro Ajuste

Foram excluídos, na primeira tentativa de ajuste, os elementos de números 2, 3, 23, 26 e 32.

Após a exclusão, nova estimativa de regressão foi feita, obtendo-se a seguinte equação:

{ EQUAÇÃO (B) }

$$\begin{aligned} [\text{PM2}] = & 871.875 - 2.949*[\text{CM2}] - 20.658*[\text{IDA}] + \\ & 61.024*[\text{QUA}] + 2.429*[\text{GAR}] + 46.638*[\text{PDR}] + 378.217*[\text{VIZ}] + \\ & 26.521*[\text{ACR}] + 334*[\text{DRU}] \end{aligned}$$

erro padrão da estimativa para $[\text{PM2}] = 162.327$

Comentário:

Embora tenha ocorrido uma melhoria no coeficiente de determinação R^2 de cerca 7%, passando a 90,95% de variação explicada, a nova equação mostra uma incoerência no sinal da variável [ACR] que passou a ter influência positiva na variável dependente [PM2], o que não era esperado.

5.4.2 Segundo Ajuste

Uma nova tentativa de ajuste é feita, com a exclusão do elemento 31, e o resultado da regressão passa a ser:

{ EQUAÇÃO (C) }

$$\begin{aligned} [PM2] = & 962.154 - 2.552*[CM2] - 25.547*[IDA] + \\ & 71.324*[QUA] - 47.991*[GAR] + 42.147*[PDR] + \\ & 339.379*[VIZ] + 21.849*[ACR] + 304*[DRU] \end{aligned}$$

erro padrão da estimativa para [PM2] = 142.784

Comentário:

Com a nova equação não houve alteração significativa no valor de R^2 e a distorção no sinal de [ACR] permaneceu sem solução. Continuando a investigação exploratória nas variáveis da regressão, verificou-se que o nível de

confiança para as variáveis [QUA], [GAR] e [ACR] continuavam muito abaixo de 90% preconizado pela NBR-5676, porém a variável [IDA] foi beneficiada com estes ajustes, pois seu nível de significância ficou próximo do valor arbitrado de 10% o que assegura algum progresso para o modelo.

5.4.3 Terceiro Ajuste

O terceiro ajuste se faz com a seleção de variáveis, chegando-se a uma nova equação com a eliminação daquelas variáveis cujos níveis de significância mostravam que não estavam se enquadrando dentro do nível de confiança de 90% preconizado pela NBR-5676. A estimativa de regressão obteve o seguinte resultado para a equação:

{ EQUAÇÃO (D) }

$$[PM2] = 1.026.981 - 2.082*[CM2] - 22.269*[IDA] + 42.394*[PDR] + 365.712*[VIZ] + 290*[DRU]$$

erro padrão da estimativa para [PM2] = 139.111

Comentário:

A melhoria final do coeficiente de determinação é de 8,40%, atingindo R² a porcentagem de 92,18%. Depois de testar a

interrelação dos coeficientes das variáveis, a matriz de correlação das variáveis assim se formulou:

	Constante	[CM2]	[IDA]	[PDR]	[VIZ]	[DRU]
Constante	1.000	.272	-.825	-.650	-.491	-.738
[CM2]	.272	1.000	-.606	-.744	-.257	-.368
[IDA]	-.825	-.606	1.000	.815	.452	.540
[PDR]	-.650	-.744	.815	1.000	.078	.446
[VIZ]	-.491	-.257	.452	.078	1.000	.340
[DRU]	-.738	-.368	.540	.446	.340	1.000

Percebeu-se que o ajuste e a exclusão das variáveis havia tornado alguns dos coeficientes da equação altamente correlacionados: [CM2] e [PDR] com -74,4%, [IDA] e Constante com -82,5%, [PDR] e [IDA] com -81,5%, [DRU] e Constante com -73,8%

Estas interrelações com correlação maior que 70% devem estar induzindo a equação (D) a aumentar seu coeficiente de determinação R², independentemente da representatividade do modelo, pois a melhoria no coeficiente R² advém de uma multicolinearidade das variáveis utilizadas na equação.

O quadro a partir do "t" observado para cada um dos coeficientes das variáveis foi:

	Erro	"t" de	Nível de
	Padrão	Student	Significância
Constante	146.503	7.0041	0.0000
[CM2]	976	-2.1324	0.0422
[IDA]	6.972	-3.2549	0.0030
[PDR]	23.182	1.8287	0.0785
[VIZ]	77.252	4.7340	0.0001
[DRU]	61	5.1740	0.0000

Não tendo se encontrado falhas ou incoerências nos coeficientes da equação, nem mesmo para os respectivos níveis de significância, sendo que o maior, da variável [PDR], ficou em 7,85%, isto significa um nível de confiança de 92,15%, portanto acima dos 90% preconizado pela norma NBR-5676 para avaliações de imóveis urbanos, partiu-se para se obter os valores dos intervalos de confiança para cada um dos coeficientes obtidos para as variáveis da equação.

O resultado para intervalos de confiança de 90% para cada um dos coeficientes das variáveis foi o seguinte:

	LIMITE MÍNIMO	LIMITE MÁXIMO
CONSTANTE	776.532	1.275.720
[CM2]	-3.746	-418
[IDA]	-34.574	-10.816
[PDR]	2.898	81.889
[VIZ]	234.100	497.325
[DRU]	196	385

5.4.4 Quadro Resumo dos Ajustes

Regressão com Função Linear de Variável Dependente [PM2]

Equações	A	B	C	D
Variáveis Independentes	Coeficientes			
[CM2]	-4.060	-2.949	-2.552	-2.082
Erro Padrão	(1.212)	(1.275)	(1.130)	(.976)
[IDA]	-10.162	-20.658	-25.547	-22.695
Erro Padrão	(10.627)	(8.509)	(7.675)	(6.972)
[QUA]	19.162	61.024	71.324	*****
Erro Padrão	(91.003)	(69.036)	(60.830)	
[GAR]	192.321	2.429	47.991	*****
Erro Padrão	(118.968)	(113.599)	(101.437)	
[PDR]	63.667	46.638	42.147	42.394
Erro Padrão	(30.377)	(31.231)	(27.515)	(23.182)
[VIZ]	366.175	378.217	339.379	365.712
Erro Padrão	(127.473)	(93.063)	(82.960)	(77.252)
[ACR]	-17.223	26.251	21.849	*****
Erro Padrão	(124.316)	(99.782)	(87.784)	
[DRU]	220	334	304	290
Erro Padrão	(91)	(83)	(74)	(56)
CONSTANTE	901.981	871.875	962.154	1.026.126
Erro Padrão	(226.930)	(177.523)	(159.260)	(146.503)
R2	83,78%	90,95%	91,08%	92,18%
Erro Estimativa	225.092	162.327	142.784	139.111
No. de Elementos	39	34	33	33

5.4.5 Escolha da Equação Final

Independentemente da multicolinearidade, uma desvantagem para o modelo que não existiu quando da formulação da equação inicial, aceita-se a equação final (D), pois foi entre todas as testadas a que representou a hipótese fundamental para este trabalho: a influência de efeitos do impacto ambiental nos valores imobiliários, sem deixar de atender a norma NBR-5676 que fixa diretrizes para a avaliação de imóveis urbanos, especialmente no que tange ao nível de confiança mínimo de 90%, o qual foi respeitado para todos os coeficientes das variáveis da equação que agora fica determinada como a final e que assim se escreve:

$$[PM2] = 1.026.981 - 2.082*[CM2] - 22.269*[IDA] + 42.394*[PDR] + 365.712*[VIZ] + 290*[DRU]$$

erro padrão da estimativa para $[PM2] = 139.111$

Os coeficientes se mostram coerentes:

a. a variável $[IDA]$ tem seu sinal negativo, lembrando que esta variável representa a idade do apartamento e a depreciação do imóvel é diretamente ligado ao tempo de uso do imóvel. Neste trabalho o coeficiente para a variável

[IDA] é igual a Cr\$ 22.269 sendo este o preço implícito para cada ano de construção dos apartamentos levantados.

b. a variável física [CM2] mostra que imóveis com áreas maior possuem condições de serem oferecidos no mercado com descontos no valor [PM2], isto se devendo possivelmente à economia de escala na construção destes apartamentos. Este desconto chega a Cr\$ 2.082 por metro quadrado de área útil na área estudada.

c. a variável física [PDR], refletindo o padrão do edifício, possui uma ação positiva na variável [PM2]; o que faz com que melhorias como quadra de esportes, piscina no edifício ou uma suíte no apartamento tragam um acréscimo de Cr\$ 42.394 por metro quadrado da área útil do imóvel por cada uma destas vantagens.

d. a variável locacional [VIZ] traduz o desejo do consumidor de residir em área homogênea, sem conflitos de uso, sendo esperado o peso positivo da homogeneidade de vizinhança no valor de mercado [PM2]; dessa forma uma boa vizinhança faz com que o comprador desembolse Cr\$ 365.712 a mais por metro quadrado de área útil do apartamento.

5. a variável ambiental [DRU] confirma a hipótese fundamental deste estudo de que quem se propõe a morar

perto de uma fonte reconhecidamente poluidora troca esta disposição por um desconto no valor da moradia. Assim, a distância da Usina de Compostagem é um fator de acréscimo na variável dependente [PM2] pois, à medida que cresce [DRU], cai o desconto dado; ou seja: a cada metro de adicionado à distância [DRU] o preço unitário do apartamento [PM2] ganha cerca de Cr\$ 290.

5.4.6 Avaliação do Resultado Obtido

Para a engenharia de avaliações, o resultado da equação final seria utilizado para efetuar uma análise utilizando-se o método comparativo recomendado pela NBR-5676. Uma maneira seria:

Extrair-se das médias aritméticas simples dos valores das variáveis na amostra saneada um elemento fictício que seria tomado como o apartamento tipo para a área em estudo, sendo identificado pelas variáveis [CM2] igual a 99 metros quadrados, [IDA] igual a 6, [PDR] igual a 5, [VIZ] igual a 1, estas variáveis arbitradas como constantes. A variável [DRU] registraria a localização de cada elemento da amostra, tomando-se a distância já utilizada na estimativa de regressão para calcular o valor da variável dependente [PM2] de cada elemento da amostra.

Este apartamento tipo tem seu valor [PM2] variando entre Cr\$ 1.934.320, para o de maior distância [DRU] (2.320 metros), e Cr\$ 1.316.620 para o de menor distância [DRU] (190 metros). A diferença de preço [PM2] entre o de maior e o de menor [DRU] é igual a Cr\$ 617.700. Este valor pode ser considerado como a depreciação no apartamento mais próximo da usina de compostagem ocasionada pelo efeito "mau-cheiro" do impacto que esta usina traz ao meio ambiente da região, sendo, neste caso equivalente a 46,92% do seu valor [PM2].

Levando-se este mesmo raciocínio, fundamentado no método comparativo aplicado em engenharia de avaliações, para todos os elementos da amostra, as depreciações variariam entre 46,92% para os mais próximos da usina, que possuem um menor valor [DRU], até 13,05% para os mais distantes da usina, de maior [DRU], sendo estes resultados obtidos a partir da comparação com o elemento de maior distância [DRU] da amostra.

Aplicando-se estas porcentagens de depreciação aos valores de [PM2] observados para cada elemento e multiplicando-se estes resultados pelas respectivas áreas [CM2] obtém-se o valor da depreciação para cada um dos elementos. A soma destes resultados determina a depreciação total de Cr\$ 1.159.563.639 para os 33 apartamentos da amostra.

O valor do prejuízo total obtido, tomando-se como base o valor médio observado [PM2] para os apartamentos igual a Cr\$ 1.432.849, corresponderia a 809 metros quadrados, ou seja: 8 apartamentos com mais de 100 metros quadrados de área útil. Deve-se notar que estes apartamentos representariam um acréscimo na ordem de 24,29% para o total de área da amostra utilizada neste estudo.

Pode-se concluir que: se apenas na amostra de 33 elementos da pesquisa o incômodo registrado como "um mau cheiro" pela população na região está trazendo este significativo prejuízo, a magnitude desta desvalorização na totalidade do espaço físico desta região recomendaria um deslocamento da usina com efetivo ganho não apenas para a comunidade, como também para a municipalidade, com um previsível salto na tributação do imposto territorial e urbano proporcionado pela revalorização dos valores imobiliários uma das conseqüências da instantânea melhoria da qualidade do meio ambiente livre da emissão do desagradável odor gerado pelo funcionamento da Usina de Compostagem da Vila Leopoldina.

6 Conclusão

Conclui-se, assim, que este produto final - um modelo de avaliação da propriedade imobiliária referenciado, entre outros atributos da moradia, à qualidade ambiental - pode ser um instrumento para os estudos de impactos ambientais, demonstrando-se - através do emprego do modelo ao problema do odor exalado pela operação de compostagem de lixo, um efeito do impacto causado no meio ambiente pela Usina da Vila Leopoldina - a possibilidade de aplicação prática desta abordagem.

O objetivo dessa pesquisa: contribuir para os estudos de avaliação de impacto ambiental propondo a formulação de um modelo desenvolvido a partir de conceitos da engenharia de avaliações, fundamentando-o em uma pesquisa na variação espacial dos valores imobiliários, associada aos efeitos provocados por um elemento da estruturação urbana no meio ambiente, foi alcançado e com seu teste no caso concreto da Usina de Compostagem da Vila Leopoldina confirmou-se a viabilidade deste enfoque para cooperação nos estudos de impacto ambiental.

7 Bibliografia Consultada

- Bajpai, A.C. e outros. **Matemática para Engenharia**. Hemus, 1980.
- Ball, M.J. **Recente Empirical Work on the Determinants of Relative House Prices**. Urban Studies, 10, 1973.
- Baxter, R.S. **Computer and Statistical Techniques for Planners**. McGraw Hill Book Company, 1979.
- Bonini, E.E.; Bonini, S.E. **Estatística**. Editora Loyola, 1972.
- Campanário, M.A. **O Preço da Terra**. Anais do I Simpósio Nacional de Planejamento e Engenharia Urbana, POLI-USP, 1987.
- Campanário, M.A. **Land Rent and the Reproduction of Labour Force: Some Evidence from São Paulo**. Tese de Doutorado, Faculty of the Graduate School of Cornell University, 1981.
- Campos Fo., C.M. **Cidades Brasileiras: Seu Controle ou o Caos**. Nobel, 1989.
- Carlos, A.F.A. **Espaço e Indústria**. Editora da Universidade de São Paulo, 1988.
- Corbusier, Le **Os Três Estabelecimentos Humanos**. Editora Perspectiva, 1981.
- Corrêa, R.L. **A Rede Urbana**. Editora Ática, 1989.
- Espallargas, H. **O Mercado Fundiário e a Estrutura Urbana: Uma Análise de Caso - O Município de São Paulo**. Dissertação de Mestrado, UFRJ, 1979.

- Ferrari, C. **Curso de Planejamento Municipal Integrado**. Pioneira Editora, 1984.
- Fiker, J. **Avaliação de Terrenos e Imóveis Urbanos**. Editora Pini, 1985.
- George, P. **Geografia Urbana**. Difel, 1983.
- Gonzales, S.F.N. e outros **O Espaço da Cidade**. Editora Parma, 1985.
- Haddad, E. e outros. **Contribuição para a Análise Intraurbana de São Paulo**. IPT, 1978.
- Haddad, E. **Sobre o Estudo da Divisão da Cidade em Zonas Homogêneas: Aplicação para o Município de São Paulo**. Tese de Doutorado, FAU-USP, 1987.
- Labasse, J. **La Organizacion del Espacio**. Instituto de Estudios de Administracion Local, Madrid, 1974.
- Langenbuch, Y. R. **Estruturação da Grande São Paulo Estudo de Geografia Urbana**. Tese de Doutorado FFCL Rio Claro Unicamp, IBGE, 1971.
- Leme, R.A.S e Assis, S.L. **Evolução dos Preços de Terrenos na Cidade de São Paulo**. Revista de Ciências Econômicas, junho, 1961.
- Lima Jr., J.R. **Formação de Modelos para Análises Econômico-Financeiras na Construção Civil**. Tese de Doutorado, POLI-USP, 1985.
- Low-Beer, J.D. **Dinâmica do Mercado Fundiário x Investimento Público: Uma Análise da Valorização em Áreas Próximas do Metrô**. Dissertação de Mestrado, FGV, 1987.

- Lowry, I.S. **A Model of Metropolis**. Rand Corporation, 1964.
- Manzagol, C. **Lógica do Espaço Industrial**. Difel, 1985.
- Miller, G.T. **Living in the Environment**. Wadsworth Publishing Company, 1988.
- Moreira, A.L. **Princípios de Engenharia de Avaliações**. Editora Pini, 1984.
- Neves, E.A. **Valorização Imobiliária de São Paulo**. Anais do I Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações, Editora Pini, 1978.
- Novaes, A.G. **Modelos em Planejamento Urbano, Regional e de Transportes**. Editora Edgard Blucher, 1982.
- Pellegrino, J.C. e outros **Engenharia de Avaliações**. IBAPE, Editora Pini, 1974.
- Puppi, I. **Estruturação Sanitária das Cidades**. Ed. da Universidade Federal do Paraná - 1981.
- Richardson, H.W. **Economia Urbana**. Editora Interciência, 1978.
- Rodrigues, M. & Dantas, J.R. **Modelos Urbanos: da Concepção à Utilização**. CT-IPT, 1984.
- Salgado, I. **Caracterização dos Promotores Imobiliários que Atuam, na Cidade de São Paulo**. Espaço e Debates, Volume 1, 1987.
- Santos, M. **Manual de Geografia Urbana**. Hucitec, 1989.
- Scarlato, F.C. **Metropolização de São Paulo e o Terceiro Mundo**. Iglu Editora, 1987.

Sewell, G.H. **Environmental Quality Management**. Prentice-Hall, Inc., 1975.

Simmel, G. e outros. **O Fenômeno Urbano**. Editora Guanabara, 1987.

Someck, N. A (Des) **Verticalização de São Paulo**. Dissertação de Mestrado, FAU-USP, 1987.

Zmitrowicz, W. **Estrutura Urbana**. Revista Politécnica, junho, 1986.

8. Anexos

8.1 Endereços dos Reclamantes

Endereços dos moradores que registraram incômodo para o odor emitido na atmosfera pela Usina de Compostagem de Lixo da Vila Leopoldina (Fonte: CETESB).

OBS.: **As áreas consideradas críticas, neste trabalho, estão sublinhadas.**

Rua dos Aliados - números 735 e 822.

Rua Aliança Liberal - números 82, 595, 724, 798, 800, 808, 810, 819, 827, 835, 843, 851, 860, 862, 865, 870, 880, 882, 886, 896, 900, 906, 912, 920, 928 e 938.

Rua Arauto - número 14.

Rua Artur Orlando - número 314.

Rua Barão da Passagem - números 914, 941, 974, 989, 993, 1157, 1184, 1193, 1204, 1209, 1228, 1241.

Rua Barão de Itaúna - número 155.

Rua Barão de São Gabriel - número 389.

Rua Barão do Triunfo - número 319.

Rua Cachoeira do Sul - número 700.

Rua Campo Grande - número 297.

Rua Carlos Weber - números 42 e 1197.

Rua Cleómenes Campos - números 31, 45, 119 e 133.

Rua Columbus - número 146.

Rua Cuevas - número 154.

Rua Diogo Ortiz - número 461.

Rua Estrada da Vila Jaguará - números 21, 25, 99, 131, 149 e 151.

Rua Filipinas - número 55.

Rua Gomes Freire - número 61.

Rua Guaipá - números 150, 595, 910, 955, 988, 1007, 1039, 1088, 1148, 1158 casas 6 e 8, 1159, 1170, 1176, 1179, 1186, 1189, 1193, 1200, 1202 casas 1 e 5, 1210, 1211, 1220, 1230, 1238, 1244, 1246 e 1250.

Rua Jataí - números 185 e 197.

Rua Lauriano Fernandes Jr. - números 133 e 465.

Rua Lauro Muller - número 162.

Rua Luís Leite de Oliveira - números 30, 40 e 105.

Rua Marquês de Paraná - números 279, 297, 310, 426, 437, 471, 488, 500, 507, 512, 521, 542, 567 apartamentos 23 e 114, 658, 665, 682, 696.

Rua Monsenhor Domingos Casarin - números 48 e 96.

Rua Peribebuí - número 157.

Rua Sebastião Paiva - números 67 e 83.

Rua Tomé de Souza - número 1064.

Rua Visconde de Pelotas - número 295.

8.2 Mapeamento das Reclamações

Reclamações - Pontos negros

Mapa - Escala 1:10.000 (Fonte: Emplasa)

8.3 Ficha de Pesquisa de Preço de Apartamento

FICHA DE PESQUISA DE PREÇO DE APARTAMENTO

ELEMENTO NUMERO

[illegible]

8.4 Elementos da Amostra

FICHA DE PESQUISA DE PREÇO DE APARTAMENTO
ELEMENTO NUMERO 01

[illegible]

```

I
I-----
I FONTE:
I-----
I
I ANUNCIO - SHOPPING NEWS
I-----
I
I DATA:
I-----
I
I 08/03/92
I-----
I
I CONTATO:
I-----
I
I DESTE IMOVEIS
I-----
I
I TELEFONE:
I-----
I
I 831-9788
I-----
I
I OBS.
I-----

```

[illegible]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---

ELEMENTO NUMERO 03

[illegible]

```
I-----I I
IFONTE: I I
I-----I I
IANUNCIO - FSP I I
I-----I I
IDATA: I I
I-----I I
IOB/03/92 I I
I-----I I
ICONTATO: I I
I-----I I
IFERNANDEZ MERA I I
I-----I I
ITELEFONE: I I
I-----I I
IBB1-6766 I I
I-----I I
IOBS.: I I
I-----I I
I-----I I
I-----I I
I-----I I
I-----I I
I-----I I
I-----I I
```

FICHA DE PESQUISA DE PREÇO DE APARTAMENTO
ELEMENTO NUMERO 04

[illegible][illegible]

FICHA DE PESQUISA DE PREÇO DE APARTAMENTO
ELEMENTO NUMERO 05

[illegible][illegible]

ELEMENTO NUMERO 04

[illegible]

```
I-----I I
I FONTE: I I
I-----I I
I ANUNCIO - FSP I I
I-----I I
I IDATA: I I
I-----I I
I 08/03/92 I I
I-----I I
I CONTATO: I I
I-----I I
I INOSSACASA I I
I-----I I
I TELEFONE: I I
I-----I I
I 561-7709 I I
I-----I I
I OBS.: I I
I-----I I
I I I
I I I
I I I
I I I
I I I
I I I
I I I
```

FICHA DE PESQUISA DE PREÇO DE APARTAMENTO
ELEMENTO NUMERO 07

[illegible]

```
I I I  
I IFONTE: I I I  
I I I  
I ANUNCIO - FSP I I I  
I I I  
I IDATA: I I I  
I I I  
I IOB/03/92 I I I  
I I I  
I ICONTATO: I I I  
I I I  
I IFERNANDEZ MERA I I I  
I I I  
I ITELEFONE: I I I  
I I I  
I I881-6766 I I I  
I I I  
I IOBS.: I I I  
I I I  
I I I  
I I I  
I I I  
I I I  
I I I  
I I I  
I I I
```

[illegible]

```
I I I I I I  
I IFONTE: I I  
I I I I I I  
I IANUNCIO - FSP I I  
I I I I I I  
I IDATA: I I  
I I I I I I  
I IOB/03/92 I I  
I I I I I I  
I ICONTATO: I I  
I I I I I I  
I INOSSACASA I I  
I I I I I I  
I ITELEFONE: I I  
I I I I I I  
I IS81-7099 I I  
I I I I I I  
I IOBS.: I I  
I I I I I I  
I I I I I I  
I I I I I I  
I I I I I I  
I I I I I I  
I I I I I I
```

ELEMENTO NUMERO 09

[illegible]

```
I-----  
I FONTE:  
I-----  
I ANUNCIO - FSP  
I-----  
I DATA:  
I-----  
I 08/03/92  
I-----  
I CONTATO:  
I-----  
I FERNANDEZ MERA  
I-----  
I TELEFONE:  
I-----  
I 881-6766  
I-----  
I OBS.:  
I-----  
I  
I  
I  
I  
I  
I  
I  
I-----
```

FICHA DE PESQUISA DE PREÇO DE APARTAMENTO
ELEMENTO NUMERO 10

[illegible]

```
I
I
I FONTE:
I
I
I ANUNCIO - FSP
I
I
I DATA:
I
I
I 08/03/92
I
I
I CONTATO:
I
I
I ROQUE & SEABRA
I
I
I TELEFONE:
I
I
I 887-8233
I
I
I OBS.:
I
I
I
I
I
I
I
I
I
```

ELEMENTO NUMERO 11

```
I-----I I
IFONTE:I I
I-----I I
IANUNCIO - FSP I I
I-----I I
IDATA:I I
I-----I I
IOB/03/92 I I
I-----I I
ICONTATO:I I
I-----I I
IOGAS IMOVEIS I I
I-----I I
ITELEFONE:I I
I-----I I
IZ12-7607 I I
I-----I I
IOBS.: I I
I-----I I
I-----I I
I-----I I
I-----I I
I-----I I
I-----I I
I-----I I
I-----I I
```

ELEMENTO NUMERO 12

[illegible]

```
I-----I Y
IFONTE: I I
I-----I I
IANUNCIO - FSP I I
I-----I I
IDATA: I I
I-----I I
IOB/03/92 I I
I-----I I
ICONTATO: I I
I-----I I
IROQUE & SEABRA I I
I-----I I
ITELEFONE: I I
I-----I I
IB87-8233 I I
I-----I I
IOBS.: I I
I-----I I
I-----I I
I-----I I
I-----I I
I-----I I
I-----I I
I-----I I
I-----I I
```

FICHA DE PESQUISA DE PREÇO DE APARTAMENTO
ELEMENTO NUMERO 13

[illegible]

```
I-----I I  
IFONTE:I I  
I-----I I  
IANUNCIO - FSP I I  
I-----I I  
IDATA:I I  
I-----I I  
I08/03/92 I I  
I-----I I  
ICONTATO:I I  
I-----I I  
IJULIO BOGORICIN I I  
I-----I I  
ITELEFONE:I I  
I-----I I  
I881-5011 I I  
I-----I I  
IQBS.: I I  
I-----I I  
I I I  
I I I  
I I I  
I I I  
I I I  
I I I  
I I I
```

FICHA DE PESQUISA DE PREÇO DE APARTAMENTO
ELEMENTO NUMERO 14

[illegible]

```
I I  
I I  
IFONTE: I I  
I I  
IPESQUISA IN LOCO I I  
I I  
IDATA: I I  
I I  
I30/03/92 I I  
I I  
ICONTATO: I I  
I I  
IPROMOCAO IMOVEIS I I  
I I  
ITELEFONE: I I  
I I  
I831-5573 I I  
I I  
IOBS.: I I  
I I  
I I  
I I  
I I  
I I  
I I  
I I  
I I  
I I
```

ELEMENTO NUMERO 15

[illegible]

```

I-----I I
I FONTE: I I
I-----I I
I PESQUISA IN LOCO I I
I-----I I
I DATA: I I
I-----I I
I 30/03/92 I I
I-----I I
I CONTATO: I I
I-----I I
I PROMOCAO IMOVEIS I I
I-----I I
I TELEFONE: I I
I-----I I
I 831-5573 I I
I-----I I
I OBS.: I I
I-----I I
I I I
I I I
I I I
I I I
I I I
I I I
I I I
I-----I I

```

ELEMENTO NUMERO 16

[illegible]

```
I I  
I-----I I  
I IPESQUISA IN LOCO I I  
I-----I I  
I IDATA: I I  
I-----I I  
I I30/03/92 I I  
I-----I I  
I ICONTATO: I I  
I-----I I  
I ISAMIR IMOVEIS I I  
I-----I I  
I ITELEFONE: I I  
I-----I I  
I I885-6136 I I  
I-----I I  
I IOBS.: I I  
I-----I I  
I I I I  
I I I I  
I I I I  
I I I I  
I I I I  
I I I I  
I I I I
```

ELEMENTO NUMERO 17

[illegible][illegible]

FICHA DE PESQUISA DE PREÇO DE APARTAMENTO
ELEMENTO NUMERO 18

[illegible]

```
I-----I I
I FONTE: I I
I-----I I
I IPESQUISA IN LOCO I I
I-----I I
I IDATA: I I
I-----I I
I I30/03/92 I I
I-----I I
I ICONTATO: I I
I-----I I
I IREQUINTE I I
I-----I I
I ITELEFONE: I I
I-----I I
I I263-6011 I I
I-----I I
I IOBS.: I I
I-----I I
I I I
I I I
I I I
I I I
I I I
I I I
I I I
I-----I I
```

ELEMENTO NUMERO 19

[illegible][illegible]

[illegible]

```
I-----I I
IFONTE:I I
I-----I I
IPESQUISA IN LOCOI I
I-----I I
IDATA:I I
I-----I I
I30/03/92I I
I-----I I
ICONTATO:I I
I-----I I
IREQUINTEI I
I-----I I
ITELEFONE:I I
I-----I I
I263-6011I I
I-----I I
IOBS.:I I
I-----I I
II I
II I
II I
II I
II I
II I
II I
II I
```

ELEMENTO NUMERO 21

[illegible]

```
I I I  
I F O N T E : I I  
I I I  
I P E S Q U I S A   I N   L O C O I I  
I I I  
I D A T A : I I  
I I I  
I 30/03/92 I I  
I I I  
I C O N T A T O : I I  
I I I  
I R E Q U I N T E I I  
I I I  
I T E L E F O N E : I I  
I I I  
I 263-3011 I I  
I I I  
I O B S . : I I  
I I I  
I I I  
I I I  
I I I  
I I I  
I I I  
I I I  
I I I  
I I I
```

ELEMENTO NUMERO 22

[illegible][illegible]

[illegible][illegible]

FICHA DE PESQUISA DE PREÇO DE APARTAMENTO
ELEMENTO NUMERO 24

[illegible]

```
I-----I I
IIFONTE:I I
II-----I I
IIPESQUISA IN LOCOI I
II-----I I
IIDATA:I I
II-----I I
III30/03/92I I
II-----I I
IICONTATO:I I
II-----I I
IRITA (CORRETORA)I I
II-----I I
ITELEFONE:I I
II-----I I
II62-6097I I
II-----I I
IOBS.:I I
II-----I I
II-----I I
II-----I I
II-----I I
II-----I I
II-----I I
II-----I I
II-----I I
```

FICHA DE PESQUISA DE PREÇO DE APARTAMENTO
ELEMENTO NUMERO 25

[illegible]

```
I I I  
I IFONTE: I I  
I I I  
I IPESQUIZA IN LOCO I I  
I I I  
I IDATA: I I  
I I I  
I I30/03/92 I I  
I I I  
I ICONTATO: I I  
I I I  
I IREQUINTE I I  
I I I  
I ITELEFONE: I I  
I I I  
I I263-6011 I I  
I I I  
I IOBS.: I I  
I I I  
I I I  
I I I  
I I I  
I I I  
I I I  
I I I  
I I I  
I I I
```

ELEMENTO NUMERO 26

[illegible]

```
I-----I I
I FONTE: I I
I-----I I
I IPESQUISA IN LOCO I I
I-----I I
I IDATA: I I
I-----I I
I I30/03/92 I I
I-----I I
I ICONTATO: I I
I-----I I
I IFREITAS IMOVEIS I I
I-----I I
I I TELEFONE: I I
I-----I I
I I261-7320 I I
I-----I I
I IOBS.: I I
I-----I I
I I I I
I I I I
I I I I
I I I I
I I I I
I I I I
I I I I
I I I I
```

FICHA DE PESQUISA DE PREÇO DE APARTAMENTO
ELEMENTO NUMERO 27

[illegible]

ELEMENTO NUMERO 28

[illegible]

```
I ..... I  
I FONTE: I  
I ..... I  
I IPESQUISA IN LOCO I  
I ..... I  
I IDATA: I  
I ..... I  
I I30/03/92 I  
I ..... I  
I ICONTATO: I  
I ..... I  
I IGUIZZARDI I  
I ..... I  
I ITELEFONE: I  
I ..... I  
I I831-1122 I  
I ..... I  
I IOBS.: I  
I ..... I  
I ..... I  
I ..... I  
I ..... I  
I ..... I  
I ..... I  
I ..... I
```

ELEMENTO NUMERO 29

[illegible][illegible]

ELEMENTO NUMERO 30

[illegible][illegible]

FICHA DE PESQUISA DE PREÇO DE APARTAMENTO
ELEMENTO NUMERO 31

[illegible][illegible]

ELEMENTO NUMERO 32

[illegible]

```
I-----I I
I FONTE: I I
I-----I I
I IPESQUISA IN LOCO I I
I-----I I
I IDATA: I I
I-----I I
I I31/03/92 I I
I-----I I
I ICONTATO: I I
I-----I I
I IPACHECO IMOVEIS I I
I-----I I
I I TELEFONE: I I
I-----I I
I I815-2233 I I
I-----I I
I IOBS.: I I
I-----I I
I I I I
I I I I
I I I I
I I I I
I I I I
I I I I
I I I I
```

FICHA DE PESQUISA DE PREÇO DE APARTAMENTO
ELEMENTO NUMERO 33

[illegible]

ELEMENTO NUMERO 34

[illegible]

```
I-----I I
IFONTE:I I
I-----I I
IPESQUISA IN LOCOI I
I-----I I
IDATA:I I
I-----I I
I31/03/92I I
I-----I I
ICONTATO:I I
I-----I I
ICENIVA IMOVEIS I I
I-----I I
ITELEFONE:I I
I-----I I
I260-6233I I
I-----I I
IOBS.:I I
I-----I I
II I
II I
II I
II I
II I
II I
II I
II I
```

ELEMENTO NUMERO 35

```
I I T I  
I IFONTE: I I  
I I I I  
I IPESQUISA IN LOCO I I  
I I I I  
I IDATA: I I  
I I I I  
I I31/03/92 I I  
I I I I  
I ICONTATO: I I  
I I I I  
I IOESTE IMOVEIS I I  
I I I I  
I ITELEFONE: I I  
I I I I  
I IB15-0188 I I  
I I I I  
I IOBS.: I I  
I I I I  
I I I I  
I I I I  
I I I I  
I I I I  
I I I I  
I I I I
```

ELEMENTO NUMERO 36

[illegible]

ELEMENTO NUMERO 37

I	ENDERECO:	R BRENTANO 306
I	AREA UTIL DE CONSTRUCAO	>>>>>> 115,00 M2 [CM2]
I	PRECO TOTAL A VISTA	>>>>>> CR\$ 255.000.000 [PRC]
I	PRECO DO M2 DE CONSTRUCAO	>>>>>> CR\$ 2.217.391 [PM2]
I		>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>
I	IDADE APARENTE	3 [IDA]
I	QUARTOS	3 [QUA] GARAGENS/VAGAS 2 [GAR]
I	PADRAO	6 [PDR] >>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>
I	LAREIRA	0 [LAR] COBERTURA/DUPLEX 0 [CDF]
I	SUITES	1 [SUI] CHURRASQUEIRA 0 [CHU]
I	PLAYGROUND	1 [PGR] ANTENA PARABOLICA 0 [PAR]
I	PISCINA	1 [PIS] SALAO DE FESTA 1 [SF6]
I	TERRACO	0 [TER] QUADRA DE ESPORTE 1 [ESP]
I	PISTA - COOPER	0 [COO] SALA DE GINASTICA 1 [GIN]
I		>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>
I	USO DO SOLO VIZINHO > DIFERENTE: 0 IGUAL: 1 >	1 [VIZ]
I	AREA CRITICA >>>>>>>	SIM: 1 NAO: 0 > 0 [ACR]
I	DISTANCIA DA USINA	>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>> 1.550,00 M [DRU]
I		
I		
I		

[illegible]

ELEMENTO NUMERO 36

[illegible]

```
I I I I I I  
I FONTE: I I  
I I I I I I  
I IPESQUISA IN LOCO I I  
I I I I I I  
I IDATA: I I  
I I I I I I  
I I31/03/92 I I  
I I I I I I  
I ICONTATO: I I  
I I I I I I  
I IOESTE IMOVEIS I I  
I I I I I I  
I ITELEFONE: I I  
I I I I I I  
I I815-0168 I I  
I I I I I I  
I IOBS.: I I  
I I I I I I  
I I I I I I  
I I I I I I  
I I I I I I  
I I I I I I  
I I I I I I  
I I I I I I
```

ELEMENTO NUMERO 39

I	TENDERECO:	R BRENTANO 186
I	AREA UTIL DE CONSTRUCAO	>>>>>> 55,00 M2 [CM2]
I	PRECO TOTAL A VISTA	>>>>>> CR\$ 85.000.000 [PRC]
I	PRECO DO M2 DE CONSTRUCAO	>>>>>> CR\$ 1.545.455 [PM2]
I		>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>
I	IDADE AFARENTE	6 [IDA]
I	QUARTOS	2 [QUA] GARAGENS/VAGAS 1 [GAR]
I	PADRAO	1 [PDR] >>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>
I	LAREIRA	0 [LAR] COBERTURA/DUPLEX 0 [CDP]
I	SUITES	0 [SUI] CHURRASQUEIRA 0 [CHU]
I	PLAYGROUND	1 [PGR] ANTENA PARABOLICA 0 [PAR]
I	PISCINA	0 [PIS] SALAO DE FESTA 0 [SFS]
I	TERRACO	0 [TER] QUADRA DE ESPORTE 0 [ESP]
I	PISTA - COOPER	0 [COO] SALA DE GINASTICA 0 [GIN]
I		>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>
I	USO DO SOLO VIZINHO > DIFERENTE: 0 IGUAL: 1 >	1 [VIZ]
I	AREA CRITICA >>>>>>>	SIM: 1 NAO: 0 > 0 [ACR]
I	DISTANCIA DA USINA	>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>> 1.500,00 M [DRU]
I		
I		

[illegible]

8.5 Mapeamento dos Elementos da Amostra

Elementos - e1 ... e39

Mapa - Escala 1:10.000 (Fonte: Emplasa)

8.6 Matriz para Teste de Regressão

ELEMENTO	[PN2]	[CM2]	[IDA]	[QUA]	[GAR]	[POR]	[VIZ]	[ACR]	[DRU]
1	Cr\$ 1.700.000	65,00	3	2	1	3	0	0	2.320,00
2	Cr\$ 2.333.333	102,00	1	3	2	7	1	0	400,00
3	Cr\$ 1.512.438	301,50	0	4	2	11	1	1	500,00
4	Cr\$ 1.583.893	149,00	0	3	2	6	1	0	1.200,00
5	Cr\$ 1.549.799	223,90	0	3	2	11	1	1	500,00
6	Cr\$ 1.690.909	165,00	0	4	2	7	1	0	1.520,00
7	Cr\$ 1.585.406	150,75	0	4	2	8	1	1	500,00
8	Cr\$ 1.583.893	149,00	0	3	2	6	1	0	1.200,00
9	Cr\$ 1.508.929	112,00	0	3	2	9	1	1	500,00
10	Cr\$ 1.696.078	102,00	1	3	2	7	1	0	400,00
11	Cr\$ 1.888.889	180,00	0	3	2	7	1	0	1.520,00
12	Cr\$ 1.373.647	53,58	1	2	1	3	1	0	880,00
13	Cr\$ 1.347.305	50,10	0	1	1	4	0	0	1.040,00
14	Cr\$ 944.444	90,00	20	3	1	0	0	0	1.360,00
15	Cr\$ 555.001	90,00	20	2	0	0	0	0	1.360,00
16	Cr\$ 1.789.474	95,00	0	3	2	6	1	0	1.120,00
17	Cr\$ 1.821.429	140,00	1	3	2	6	1	0	1.440,00
18	Cr\$ 1.500.000	68,00	2	2	1	5	1	0	640,00
19	Cr\$ 1.209.302	86,00	4	2	1	5	1	1	560,00
20	Cr\$ 1.773.913	115,00	3	3	2	6	1	0	1.550,00
21	Cr\$ 1.634.615	104,00	3	3	1	6	1	1	480,00
22	Cr\$ 1.680.233	86,00	4	3	1	5	1	1	560,00
23	Cr\$ 2.149.425	87,00	3	3	2	6	1	1	480,00
24	Cr\$ 1.942.857	70,00	1	2	1	5	1	0	1.440,00
25	Cr\$ 1.634.615	104,00	3	3	2	6	0	0	2.320,00
26	Cr\$ 2.185.714	70,00	2	2	2	5	1	0	640,00
27	Cr\$ 375.000	80,00	25	2	0	0	0	1	190,00
28	Cr\$ 1.307.672	65,00	2	2	1	4	0	0	800,00
29	Cr\$ 1.229.231	65,00	2	2	1	4	0	0	800,00
30	Cr\$ 450.450	111,00	25	3	0	0	0	0	1.120,00
31	Cr\$ 729.730	37,00	25	1	0	0	0	0	1.120,00
32	Cr\$ 2.178.000	50,00	2	2	1	9	0	0	2.480,00
33	Cr\$ 1.765.934	91,00	0	3	2	8	1	0	1.120,00
34	Cr\$ 420.000	80,00	25	2	0	0	0	1	190,00
35	Cr\$ 1.942.857	70,00	1	2	1	4	1	0	1.300,00
36	Cr\$ 1.912.500	80,00	1	3	1	5	1	0	1.100,00
37	Cr\$ 2.217.391	115,00	3	3	2	6	1	0	1.550,00
38	Cr\$ 1.610.526	95,00	4	3	1	5	1	1	560,00
39	Cr\$ 1.545.455	55,00	6	2	1	0	1	0	1.500,00

9 APÊNDICE

9.1 NBR-5676 - Norma para Avaliação de Imóvel Urbano

Esta Norma, aprovada em Novembro de 1980, faz parte do Sistema Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial elaborado pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas para a qual todos os direitos são reservados.

Algumas de suas diretrizes para a avaliação de imóveis urbanos foram utilizadas, tendo em vista o objetivo do presente trabalho, uma abordagem sob a ótica da engenharia de avaliações dos problemas decorrentes de um impacto ambiental, destacando-se:

Definições:

"4.1 Avaliação

Determinação técnica do valor de um imóvel ou de um direito sobre imóvel."

"4.10 Método Comparativo

Aquele em que o valor do imóvel ou de suas partes constitutivas, é obtido através da comparação de dados de mercado relativos a outros de características similares."

Níveis de Precisão

Estão condicionados à quantidade, à confiabilidade e ao tratamento dos elementos pesquisados, sendo ordenados em três níveis de precisão, seguindo-se, neste estudo, o disposto no item 7.1 que classifica as avaliações de Precisão Rigorosa como:

"Aqueles em que estão expressamente caracterizados cada um dos elementos que contribuem para formar a convicção do valor, impondo-se ainda que:

a) a confiabilidade de cada um dos elementos utilizada seja assegurada quanto

- à idoneidade e à completa identificação das fontes de informação;
- à sua atualidade;
- ao detalhamento da descrição das suas características;
- à sua semelhança com o imóvel objeto da avaliação, no que diz respeito à situação, à destinação, à forma, ao grau de aproveitamento, às características físicas e à adequação ao meio, devidamente verificados;

b) a confiabilidade do conjunto de elementos que atendem aos requisitos da alínea a) seja assegurada por

- uniformidade dos elementos entre si;
- contemporaneidade dos elementos;

- número de dados de mesma natureza, efetivamente utilizados, maior ou igual a cinco;

c) o tratamento dispensado aos elementos, para torná-los homogêneos, possibilite conferir aos mesmos,

...

- equivalência de situação, pela transposição dos elementos, obedecendo a critérios tecnicamente consagrados e que se comprovam por instrumental matemático;

- equivalência de características, usando-se critérios técnicos comprovados, coeficientes, índices, fatores, gráficos, tabelas, sempre com citação da fonte e dos pressupostos teóricos de sua elaboração, que deverão ser específicos ao tipo de imóvel objeto da avaliação;

....

f) o valor arbitrado pelo avaliador esteja compreendido por um intervalo de confiança, máximo de 80%, em torno do valor mais provável calculado através de método estatístico e, nos casos de regressão, testada a hipótese de sua existência pela análise da variância ao nível de confiança mínimo de 90%;

...